

**MODERNIZACION DEL CONTROL ELECTRICO DEL PROCESO DEL
LAVADOR DE GASES**

JAVIER ALBERTO SALGADO GARCES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRICA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
SANTIAGO DE CALI
2006

**MODERNIZACION DEL CONTROL ELECTRICO DEL PROCESO DEL
LAVADOR DE GASES**

JAVIER ALBERTO SALGADO GARCES

Pasantía para optar por el título de
Ingeniero Electrónico

Director – Asistente
DRAGO DUSSICH
Ingeniero Mecatrónico

Asistente INCAUCA S.A.
ARBHEY ANGRINO P
Ingeniero Eléctrico

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRICA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA
SANTIAGO DE CALI
2006

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de occidente para optar por el título de Ingeniero Electrónico.

Ing. JIMMY TOMBÉ

Jurado

Ing. JUAN CARLOS MENA

Jurado

Santiago de Cali, 26 de Octubre de 2006

CONTENIDO.

	Pág.
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. PROBLEMA DEL PROYECTO	14
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	15
2.1. OBJETIVO GENERAL	15
2.2. OBJETIVO ESPECIFICO	15
3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	17
4. MARCO TEORICO- CONCEPTUAL	18
4.1. ¿QUÉ ES UN SISTEMA AUTOMATIZADO?	18
4.1.1. Partes de un sistema automatizado	18
4.1.2. Objetivos de un sistema automática	18
4.2. ¿QUE ES UN AUTOMATA PROGRAMABLE INDUSTRIAL (API) Ó PLC?	19
4.2.1. Campos de aplicación	19
4.2.2. Ventajas e inconvenientes	19
4.2.2.1. Ventajas	20
4.2.2.2. Inconvenientes	21

4.3. LOGO!	21
4.3.1. Definición	21
4.3.2. Desempeño	21
4.3.3. Modelos	21
4.3.3.1. Módulos PC	21
4.3.3.2. Módulos de Expansión	22
4.3.4. Estructura	22
4.3.5 Programación	22
5. MARCO CONTEXTUAL	24
6. METODOLOGIA	26
6.1. OBTENCION DE DATOS	26
6.1.1. Observación del problema	26
6.1.2. Identificación de las partes del sistema o proceso	29
6.1.3. Conocer el sistema o proceso	31
6.1.4. Identificación de medidas	31
6.2. DESARROLLO CONCEPTUAL	31
6.2.1. Estudio de equipos de Sistemas de control automático usados en el Ingenio	32
6.3. DISEÑO AL NIVEL DE SISTEMA INDUSTRIAL	32
6.3.1 Diseño del nuevo sistema de control	29
6.3.2. Algoritmo o secuencia lógica respectiva del nuevo sistema	32

6.3.3. Refinamiento del diseño industrial	34
6.3.4. Ensamblaje del nuevo sistema	35
6.4. PRUEBA Y REFINAMIENTO	36
6.4.1. Implementación del sistema de control en el área de trabajo	36
6.4.2. Refinamiento de la secuencia o algoritmo	38
6.4.3. Refinamiento del proceso	38
6.5. MANUAL DE OPERACION	40
6.5.1 Sistema eléctrico – fuerza – control	40
6.5.1.1. Descripción	40
6.5.1.1.1. Sistema de potencia	40
6.5.1.1.2. Particularidades	41
6.5.1.2. Sistema de control	41
6.5.1.3. Identificación de entradas y salidas en el sistema de control	42
6.5.1.3.1. Entradas	42
6.5.1.3.2. Salidas	42
6.5.2. Planos eléctricos	44
6.5.2.1. Diagrama unifilar	44
6.5.2.2. Diagrama de fuerza	45
6.5.2.3. Diagrama del modula lógico LOGO!	46
6.5.2.4. Diagrama de la bornera	47
6.5.2.5. Diagrama de distribución del tablero de control	48
6.5.3. Programación del modulo lógico LOGO!	49
7. PRESUPUESTO	60

7.1.	VALOR DE LOS EQUIPOS A USAR EN LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.	60
7.2.	OTROS COSTOS	61
8.	CONCLUSIONES	62
9.	RECOMENDACIONES	64
	BIBLIOGRAFÍA	65
	ANEXOS	66

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Identificación de entradas y salidas en el sistema del control	42
Tabla 2.	Identificación de salidas en el sistema del control	42
Tabla 3.	Identificación de selectores, pulsadores y pilotos	43
Tabla 4.	Valor de los equipos a usar en el proyecto	60
Tabla 5.	Otros costos	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tablero de control	14
Figura 2. Modelos del LOGO!	21
Figura 3. Entorno del Programa LOGO!soft	23
Figura 4. Ubicación del ingenio y del Lavador de Gases	24
Figura 5. Lavador De Gases	26
Figura 6. Ubicación de la caja de control	27
Figura 7. Planos eléctricos	28
Figura 8. Tubo de transporte del polvillo	30
Figura 9. Motores, Bombas y Selenoide	30
Figura 10. Electrodo	30
Figura 11. Secuencia primaria	33
Figura 12. Secuencia final	33
Figura 13. Componentes de la caja de control nueva	34
Figura 14. Caja de Control nueva	35
Figura 15. Ubicación de la nueva caja de control	36
Figura 16. Secuencia final2	37
Figura 17. Diagrama unifilar	44
Figura 18. Diagrama de fuerza	45
Figura 19. Diagrama del Modulo Lógico LOGO!	46

Figura 20.	Diagrama de la Bornera	47
Figura 21.	Diagrama de distribución del tablero de control	48
Figura 22.	Presentación frontal del LOGO!	49
Figura 23.	Menú del LOGO! (paro)	49
Figura 24.	Introducción al LOGO!	49
Figura 25.	Modo de programación	50
Figura 26.	Modo de Editar – programa	50
Figura 27.	Modo de Editar – programa2	50
Figura 28.	Salida LOGO!	51
Figura 29.	Esquema de movilización en el LOGO!	51
Figura 30.	Partes de un bloque	51
Figura 31.	Secuencia final	53
Figura 32.	Secuencia final2	54
Figura 33.	Menú del LOGO! (Parametrización)	55
Figura 34.	Partes de un bloque parametrizado	55
Figura 35.	Partes de un bloque parametrizado2	56
Figura 36.	Partes de un bloque parametrizado3	56
Figura 37.	Contraseña	57
Figura 38.	Contraseña2	58
Figura 39.	Cambio de contraseña	58
Figura 40.	Cambio de contraseña2	59

ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Anteproyecto.	66
Anexo 2. Informe Final.	86

RESUMEN

En este proyecto de diseño se plantea la solución a un problema existente en la planta de **Refinería** del Ingenio del Cauca S.A. se rediseño totalmente el sistema electromecánico del **Proceso del Lavador de Gases**; se diseño un nuevo tablero de control que facilita la interfaz hombre-maquina para que el proceso sea más amigable al operarlo.

En la solución planteada se diseño un sistema de control lógico secuencial para el control de las funciones del proceso según sus variables (*nivel*), implementados mediante un **PLC**, respectivamente, de marca *Siemens*.

Para tener un desempeño óptimo se dejo la posibilidad de colocar un Medidor de Bris para no depender tanto de los niveles y conseguir un producto más homogéneo.

Unos de estos retos que se imponen en el mundo es el mercado; mercado que exige procesos de mayor calidad, y esta calidad es consecuente con los adelantos tecnológicos. Los controles eléctricos de los procesos que intervienen en la producción es parte fundamental en los procesos industriales, los cuales son las herramientas que interactúan con los elementos de los procesos.

Para resolver este inconveniente nos apoyaremos en las nuevas tecnología de automatización, que rigen actualmente en el mundo industrial el cual consiste en el control automático para la industria, conocidos como **PLC**.

Un **Lavador de Gases** es un cilindro metálico, conocido como Torre Lavadora.

INTRODUCCION

Dentro de la industria mundial se ha venido planteado retos a solucionar, y presentándose una constante evolución ha mejorar y ha optimizar los procesos que se realizan, ya sean simples o complejos.

Estos retos se han planteado primordialmente a la *Educación Superior* y esta orientada principalmente a los diferentes tópicos que a esta le incuben, es decir, a las distintas carreras que posee.

La solución de estos retos conlleva a la presentación de proyectos con diferentes desarrollos y tecnologías; con el fin de buscar el bien común y ser consecuente con la inversión social de la que somos objetos.

Uno de estos retos que se imponen en el mundo es el mercado; mercado que exige procesos de mayor calidad. En el Ingenio del Cauca S.A., se ha presentado un inconveniente con los controles eléctricos de algunos procesos que intervienen en la producción de azúcar y sus otros productos, ya sea por que:

- Su sistema de control eléctrico a través del tiempo se a quedado obsoleto ó.
- Las condiciones del lugar se han vuelto un peligro para las máquinas y el personal que operan estas mismas.

El propósito del proyecto es reemplazar el sistema de control antiguo por un sistema más confiable, seguro y mejorar los tiempos de producción.

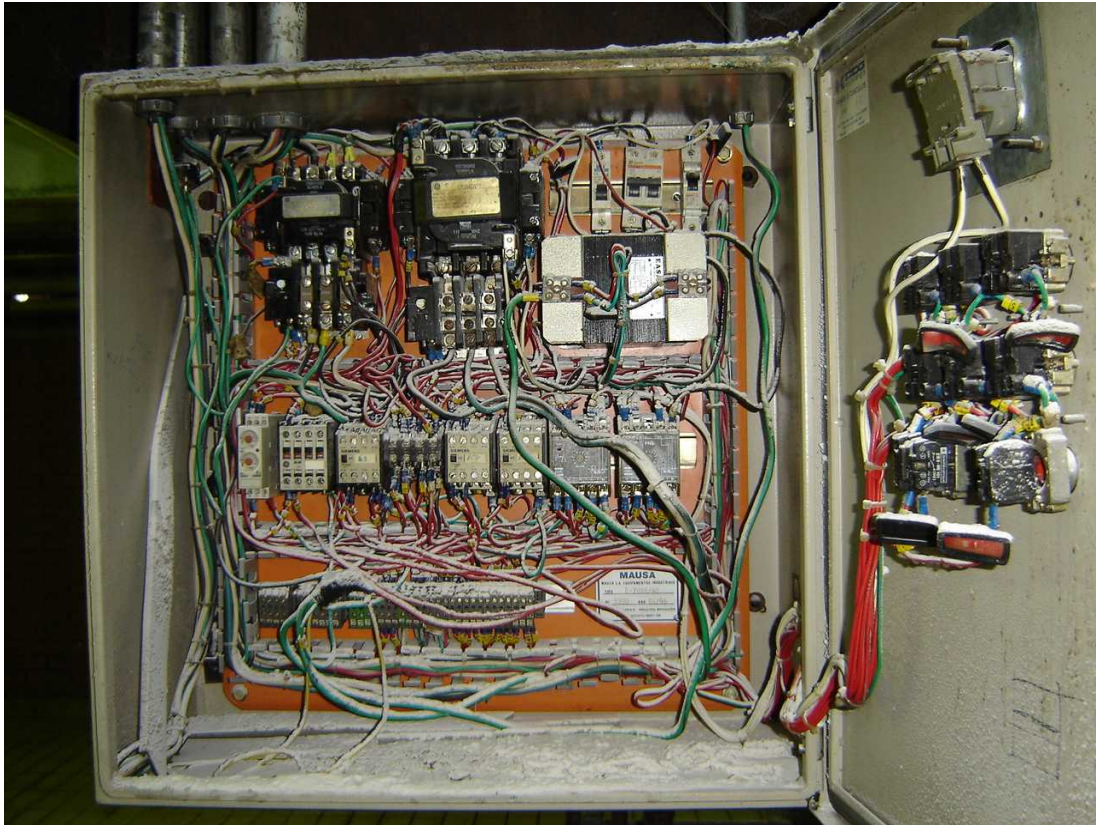
Para resolver este inconveniente nos apoyaremos en los sistemas de control automático para la industria, conocidos como **PLC**.

Con este proyecto se conocerá este fascinante mundo; el mundo de los sistemas de control automático.

1. PROBLEMA DEL PROYECTO

El problema del **Lavador de Gases** consiste en que no funciona desde hace más de un año el sistema de control cableado, por las condiciones de trabajo de este mismo. Esto ha ocasionando que su desempeño en el Ingenio no sea lo optimo para lo que originalmente fue creado Figura 1.

Figura 1. Tablero de Control



Por tal razón este sistema es operado manualmente, el cual es una carga para los operarios, ya que estos tienen en sus manos otros procesos que son más importantes en el Ingenio, llegando a descuidar este proceso.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Rediseñar y mejorar el sistema de control del **Proceso del Lavador de Gases**.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Modificar el sistema de control electromecánico del proceso.
- Diseño de la secuencia lógica para el **PLC**.
- Reducir tiempos de paro del proceso.
- Reducir los costos de mantenimiento del proceso.
- Incrementar el rendimiento general del proceso.
- Ensamblar el dispositivo y realizar las respectivas pruebas para mejorar los tiempos del proceso.
- Todos los elementos que integran el proyecto serán de fácil consecución nacional, facilitando así la obtención de los mismos y contribuir así a la economía nacional y regional.
- El éxito del proyecto como este incentivara a las grandes empresas de nuestra región en buscar soluciones a sus problemas apoyado en el desarrollo de tecnología en el ámbito nacional.

- Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Electrónica para realizar un diseño competitivo y que satisfaga las necesidades de los usuarios, y así sea un proyecto exitoso en el mercado.

3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El mundo se esta transformando continuamente y el ser humano tiene que ir de la mano de este cambio, como las empresas (*Ingenios*) están conformadas por humanos, las empresas también tienen que ir con este proceso.

Los seres humanos exige calidad en los procesos, desde lo más simple hasta lo complejo, por que así es la vida, también en las empresas esa exigencia esta presente, por eso se desarrollo a través de su evolución, tecnologías que lo llevaron a este fin; uno de esas fue la creación de los Sistemas de Control Automatizado.

Los procesos industriales se encuentran en un ambiente hostil, corrosivo y saturados de partículas en suspensión dentro de las empresas, sumado a esto, los sistemas de control, basados en lógica cableada y electromecánica, que pertenecen a la generación tecnológica anterior se encuentran ya obsoletos y presentan constantes averías por lo cual requieren de un mantenimiento constante y complicado; es inminente, entonces, diseñar procesos y maquinaria de menor mantenimiento que permita un mayor rendimiento y así mantener unos niveles de producción acordes con el mercado. La realización de un proyecto de este tipo; trae múltiples beneficios en el ámbito social y productivo, podríamos nombrar entre otros los siguientes beneficios:

- Mejorar los tiempos de producción.
- Optimizar las condiciones de seguridad para la maquina y sus operarios.
- Disminuir los costos de mantenimiento de la maquinaria, al utilizar menos personal para este.

4. MARCO TEORICO-CONCEPTUAL

4.1. ¿QUE ES UN SISTEMA AUTOMATIZADO?

Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

4.1.1. Partes de un sistema automatizado. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando: Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada, como los accionadores de las máquinas (motores, cilindros, compresores) y los captadores (fotodiodos, finales de carrera, etc.)
- Parte Operativa: Suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos. (Tecnología cableada) En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable esta en el centro del sistema.

4.1.2. Objetivos de un sistema autómatas. Los objetivos de un sistema autómatas son:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

4.2. ¿QUE ES UN AUTOMATA PROGRAMABLE INDUSTRIAL (API) O PLC?

Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

4.2.1. Campos de aplicación. El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

4.2.2. Ventajas e inconvenientes. No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones nos obligan a referir a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

4.2.2.1. Ventajas. Son:

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminará parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

4.2.2.2. Inconvenientes. Como inconvenientes podríamos hablar de:

- De que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente esta solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El coste inicial también puede ser un inconveniente.

4.3. LOGO!

4.3.1. Definición. De la familia de los **PLC** (Program Logic Control). Es un dispositivo electrónico diseñado para el control de dispositivos electromecánicos por medio de combinaciones, secuencias o regulaciones.

4.3.2. Desempeño. Se creo para:

- Resolver tareas de instalación y de ámbito doméstico.
- Construir armarios eléctricos, máquinas y aparatos.
- Controlar invernaderos o jardines de invierno, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones.

4.3.3. Modelos. (Figura 2.)

Figura 2. Modelos del LOGO!



4.3.3.1. Módulos PC. Tenemos las siguientes clases:

- LOGO! Basic: 8 entradas y 4 salidas.
- LOGO! Pure: 8 entradas y 4 salidas.

4.3.3.2. Módulos de Expansión. Tenemos los siguientes:

- Módulos digitales LOGO!
- Módulos analógicos LOGO!
- Módulos de comunicación (CM) LOGO!

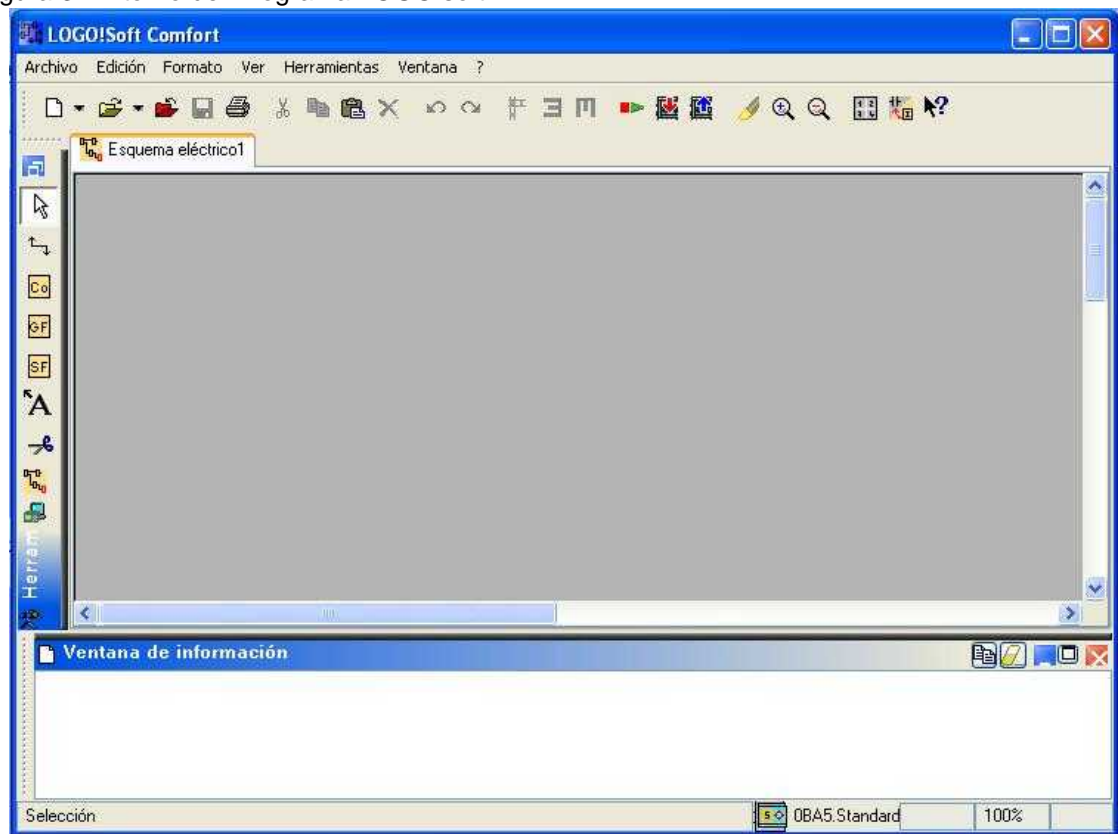
4.3.4. Estructura. Esta constituido por:

- Alimentación de tensión
- Entradas: 12 V DC, 24V DC, 24 V AC, 115...240 V AC/DC.
- Salidas: Relees (10A, 230V AC), Transistores (0.3A, 24V DC)
- Pantalla LCD
- Panel de mando, por el cual se crean los programas del dispositivo

4.3.5. Programación. Para programar un modulo, hay dos maneras:

- Directamente en el modulo. Por medio del panel de control.
- Por medio del software **LOGO!SOFT comfort**. Figura 3.

Figura 3. Entorno del Programa LOGO!soft

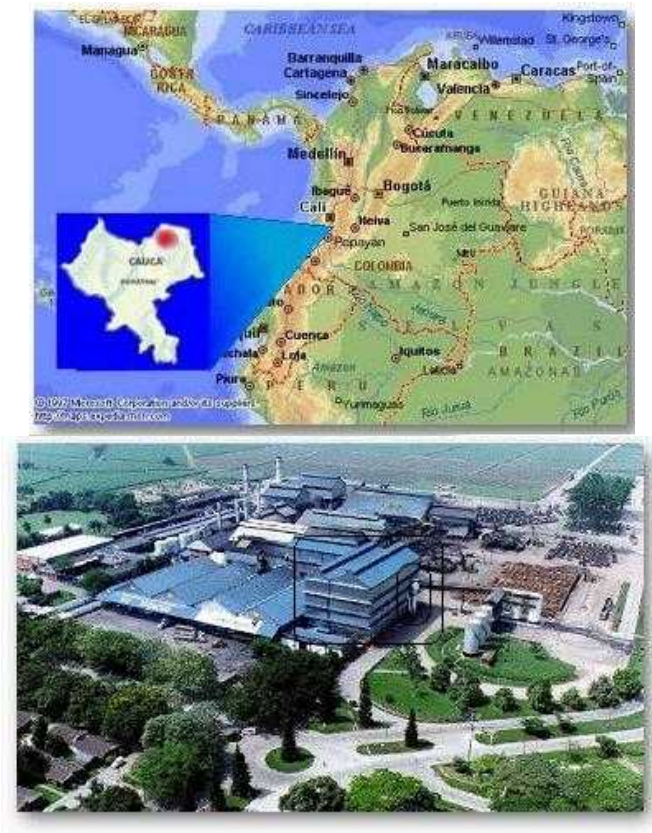


5. MARCO CONTEXTUAL

El proyecto se realiza en la zona de la **Refinería** del Ingenio del Cauca S.A. que esta ubicado en el corregimiento de Miranda – Cauca.

El proceso del **Lavador de Gases** esta localizado en la parte externa del primer piso de la **Refinería** que consiste de un edificio de 4 pisos. A este Lavador de Gases le llega el subproducto del secado del azúcar producido en un proceso llamado **MAUSA**, que es un horno rotatorio (Figura 4.).

Figura 4. Ubicación del ingenio y del Lavador de Gases.



Cuadro grande **Refinería** – Cuadro pequeño **Lavador de Gases**



MAUSA

6. METOLOGIA

6.1. OBTENCION DE DATOS

6.1.1. Observación del problema. El **Lavador de Gases** es un cilindro metálico, conocido como Torre Lavadora (Figura 4.) este aparato establece un íntimo contacto entre una corriente de gas, que contiene un polvo de azúcar, y otra de liquido agua caliente; la cual consigue disolver o abatir a la sustancia que se pretende eliminar.

Figura 5. Lavador de Gases.



El **Lavador de Gases** fue implementado con el objetivo de:

- No contaminar el medio ambiente con el polvillo de azúcar.
- No ensuciar algunas zonas de la refinería que se necesitan limpias.
- Reutilización del polvillo de Azúcar para la fabricación de azúcar.

El Control del lavador de gases se encuentra en el primer piso en la parte interna de la refinería, rodeado de bandas que transportan azúcar, las cuales producen un polvo de azúcar que descargan al ambiente y ocasionando que el sistema de control se salga de línea, funcionando solo en forma manual (Figura 6.).

Figura 6. Ubicación de la caja de control.



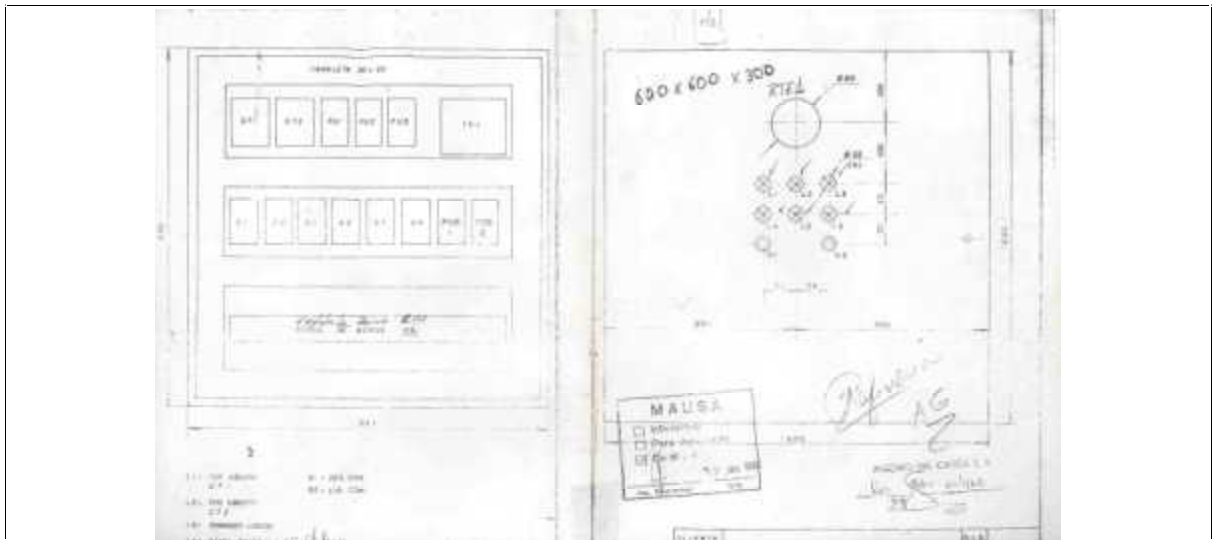
Se pidieron los planos eléctricos (Figura 7.) de este, para ver su funcionamiento y relación con los elementos de la caja de control (*se cree que no se podía hacerse este estudio, ya que la caja por su estado no permitiría, ver Figura 1*); lo que se encontró, fueron unos planos en mal estado. Por lo que se tomo la decisión de empezar desde cero.

The image displays three hand-drawn electrical schematics for a water level control system, likely for a boiler or industrial tank. The schematics are drawn on a grid background and include various electrical symbols, components, and handwritten notes.

Top Schematic: This diagram shows the main power distribution. It starts with a 220V AC source. The circuit branches into several paths: one leading to a 500W heater (labeled "500W"), another to a 100W heater (labeled "100W"), and a third to a control circuit. The control circuit includes a relay (labeled "Relé") and a timer (labeled "Reloj"). A legend box labeled "MAUSA" defines the symbols used: a square for "Indicador", a circle for "Punto de conexión", and a line for "Cableado".

Middle Schematic: This diagram shows the control logic for the heater. It includes a relay (labeled "Relé") and a timer (labeled "Reloj"). The circuit is controlled by a float switch (labeled "Nivel") and a relay (labeled "Relé"). A legend box labeled "MAUSA" defines the symbols used: a square for "Indicador", a circle for "Punto de conexión", and a line for "Cableado".

Bottom Schematic: This diagram shows the control logic for the water level. It includes a float switch (labeled "Nivel") and a relay (labeled "Relé"). The circuit is controlled by a float switch (labeled "Nivel") and a relay (labeled "Relé"). A legend box labeled "MAUSA" defines the symbols used: a square for "Indicador", a circle for "Punto de conexión", and a line for "Cableado".



6.1.2. Identificación de las partes del sistema o proceso. Las partes del proceso son las siguientes:

- Es de color amarillo, es el proceso llamado **MAUSA**, es aquí donde se seca el azúcar, y el que origina el polvillo que se usa en el **Lavador de Gases** (Figura 4.).
- Es de color blanco, está en la parte superior es el tubo que transporta el polvillo (Figura 8.).
- De color amarillo son los motores:
 - Motor de Recirculación. (Mrec – Figura 9.)
 - Motor de Envío. (Menv – Figura 9.)
- De color azul las bombas:
 - Bomba de Recirculación. (Brec – Figura 9.)
 - Bomba de Envío. (Benv – Figura 9.)
- De color abano la Selenoide. (Sel – Figura 9.)
- De color café los Sensores. (P, J1, J2, K – Figura 10.)

Fig. 8. Tubo transportador de l polvillo.



Figura 9. Motores – Bombas - Selenoide



Figura 10. Electrodo



6.1.3. Conocer el sistema o proceso. Si el sistema estuviera en perfectas condiciones debería realizar el siguiente proceso:

- Con el nivel de agua bajo:
 - La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.

- La **Bomba de Recirculación** está apagada.
- La **Selenoide** está energizada para permitir la alimentación de agua al tanque.
- El **Temporizador** no actúa.
- Con el nivel de agua intermedio:
 - La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.
 - La **Bomba de Recirculación** está prendida.
 - La **Selenoide** continúa energizada.
 - El **Temporizador** no actúa
- Con el nivel de agua alto:
 - La **Bomba de Envío** de agua azucarada al proceso estará accionada, sí el **Temporizador** esta accionado para contar el tiempo del ciclo de envío al proceso (Tiempo al que debe entrar la Bomba de Envío al proceso) el cual fue ajustado (entre 2,3 o 4 horas dependiendo de la cantidad de polvillo se genere)
 - La **Bomba de Recirculación** continúa prendida.
 - La **Selenoide** estará apagada.

6.1.4. Identificación de medidas. Las únicas medidas que se utiliza son los tiempos de llenado y vaciado que son T_{II} : de 13 min. a 15 min. dependiendo de la cantidad de liquido caliente, y T_V : esta entre 3' a 4',30".

No se necesita saber la capacidad del tanque del lavador, ya que es controlador por niveles, ni la cantidad de polvillo producido por la **MAUSA**.

6.2. DESARROLLO CONCEPTUAL

6.2.1. Estudio de equipos de Sistemas de control automático usados en el ingenio. En el ingenio los encargados de manipular los PLC son los del Taller Eléctrico a cargo del Ingeniero Eléctrico ARBEY ANGRINO PERERIRA y su subordinado JARVI VALANTA, ellos utilizan los PLC Allen Bradley. y Siemens.

Por parte de los Allen Bradley. Podíamos usar:

- Micrologix 1000 – 1100 - 1200 – 1500.

Por parte de los Siemens. Podíamos usar:

- Logo! – s7-200 – s7-300 – s7-400.

Al observar sus fichas técnicas y por sugerencia de estas dos personas, se tomó la decisión de usar la marca Siemens y su producto **LOGO!**

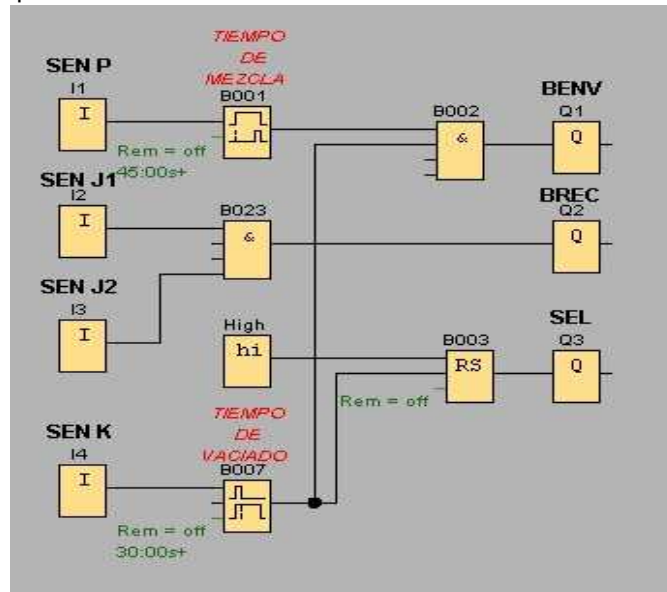
6.3. DISEÑO AL NIVEL DE SISTEMA INDUSTRIAL

6.3.1. Diseño del nuevo sistema de control. El nuevo sistema debe estar en un armario de acero capas de protegerlo del medio ambiente tan “corrosivo” para los equipos que acompañen al PLC (LOGO!) y al mismo.

6.3.2. Algoritmo o secuencia lógica respectiva del nuevo sistema. El algoritmo se desarrollara en la herramienta de trabajo **LOGO!SOFT comfort**. La idea original es seguir el proceso original e ir introduciendo reformas.

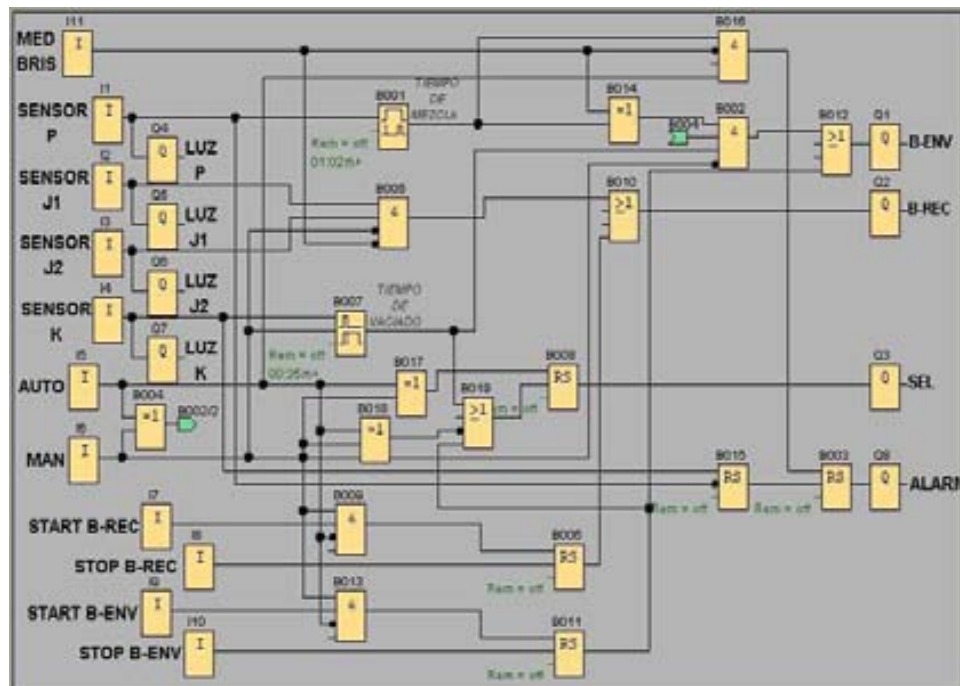
Partiendo de este principio se creo la siguiente secuencia:

Figura 11. Secuencia primaria



Hay que entender que los tiempos que aparecen no son los reales, son los usados para simular. Después se perfecciono hasta llegar a la secuencia que actualmente posee, que es:

Figura 12. Secuencia final.



En esta secuencia se le incorporo una opción para que el usuario lo pudiera manipular, es decir, se dejo la opción de una función Automática o Manual, por lo

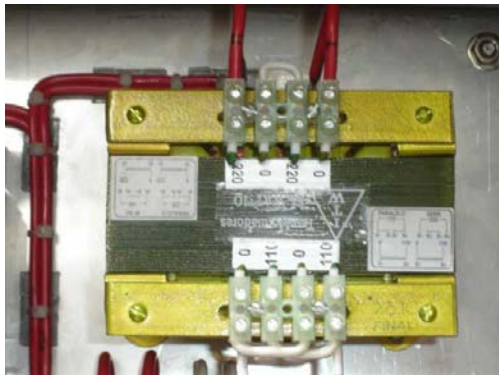
que se colocó entradas para **START** y **STOP** de las **BOMBAS DE ENVIO y RECIRCULACION**. También se dejó una entrada para un **Medidor de Bris**, con el propósito de conseguir una sustancia más homogénea y se colocó una alarma por si falta el líquido cuando se cumpla el tiempo de mezcla.

6.3.3. Refinamiento del diseño industrial. En esta parte se decidió que elementos acompañarían al PLC (Logo!), elementos que se encuentran en el ingenio (Almacén) y de fácil adquisición, entre los que están:

Figura 13. Componentes de la caja de control nueva
CONTACTORES.



TRANSFORMADOR DE CONTROL.



LOGO! Y MODULO DE EXPANSIÓN.

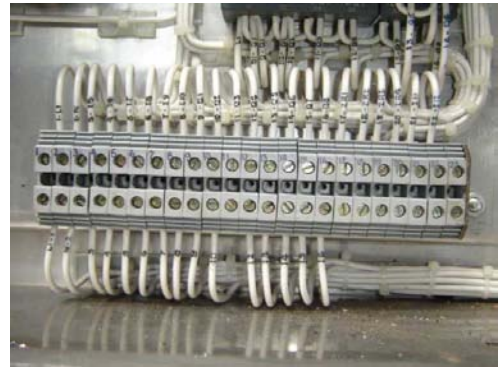
BREAKERS.



RELEES.



BORNERA.



MULETILLA, PILOTOS Y PULSADORES.

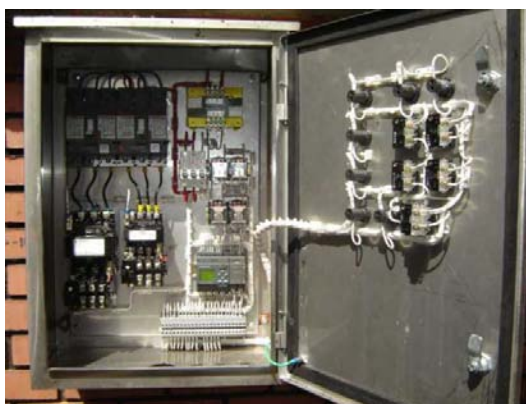


Parte de atrás de la tapa.

6.3.4. Ensamblaje del nuevo sistema

Figura 14. Caja de Control nueva.





6.4. PRUEBA Y REFINAMIENTO

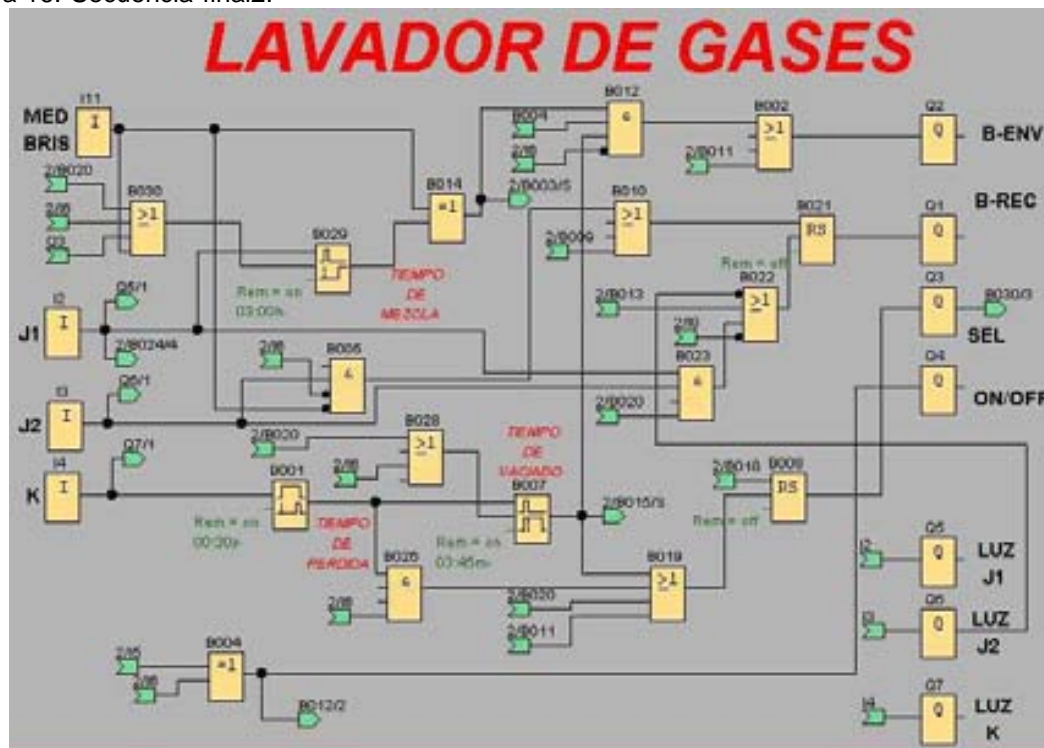
6.4.1. Implementación del sistema de control de trabajo. Se toma la alimentación de los 440 V del Cuarto de Control Maestro ó CCM de la **REFINERIA** que se encuentra en la parte interna de ella en el primer piso y por medio de una acometida se lleva a la nueva caja de control, la cual se encuentra en la pared contigua del **Lavador de Gases** (Figura 11).

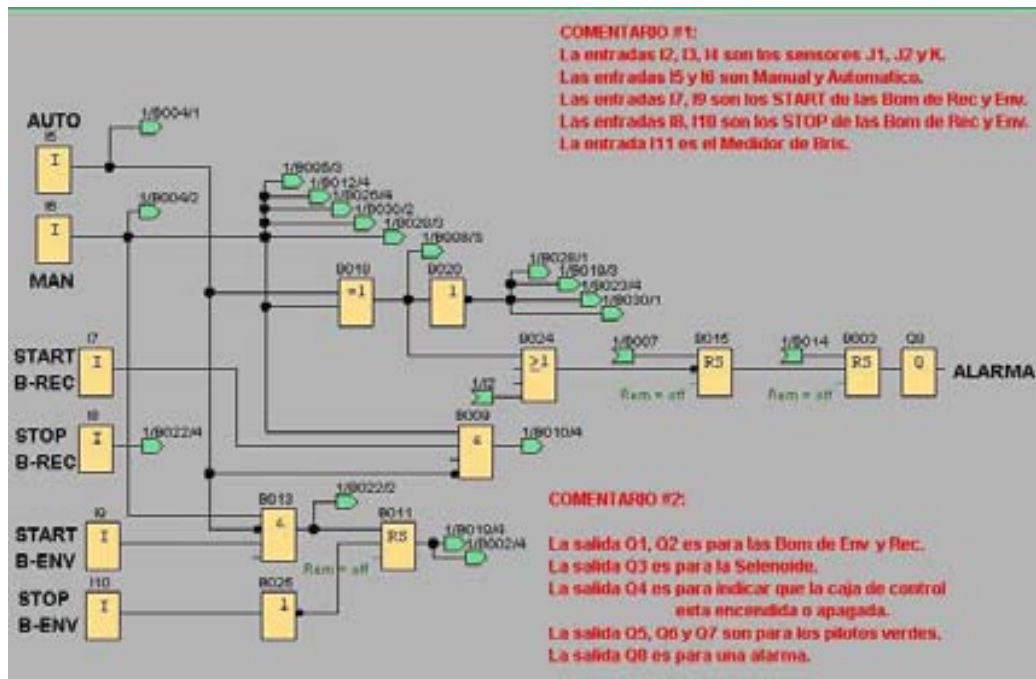
Figura 15. Ubicación de la nueva caja de control



Este voltaje es compartido entre los **BREAKER G.E** (480V – 30A) que alimentara a los **ARRANCADORES G.E**, (tamaño 2 y 1) y el **TRANSFORMADOR DE CONTROL** (200 VA) que inducirá un voltaje de 110V para los otros dispositivos (**RELEES**, **LOGO!**, **EXPANSION DEL LOGO!**, **BORNERA**), pero antes de alimentar estos dispositivos se coloca **MINIBREAKERS** (100V – 3A) para la protección de ellos. Al **Lavador de Gases** se tubo que sacar de servicio uno de los Sensores de nivel (el mas bajo, **Sensor P**), para permitir que el tanque quedará con una carga neutra para poder activar los **RELEES** cada vez que el liquido llegara a los otros **ELECTRODOS**, por lo tanto el **Lavador de Gases** paso de 4 Sensores a tener 3, lo que provoco cambiar las entradas originales de la secuencia de control en el **Logo!** de 4 a 3 y dejar sin emplear uno de los **RELEE**. La secuencia final (Figura 11.) creada para este sistema es descargada por medio de un portátil (marca DELL) en el sitio de trabajo del **Lavador de Gases**; como ese día la **REFINERIA** esta en funcionamiento se harán las pruebas respectivas el día de paro que son todos los lunes.

Figura 16. Secuencia final2.





6.4.2. Refinamiento de la secuencia o algoritmo. En esta etapa del proyecto lo que se hizo fue corregir los tiempos de simulación y corregir los tiempos de la maquina dependiendo de su desempeño. Al principio se hicieron pruebas de corto tiempo que duraban entre 3' y 5', con esto se pudo observar si los elementos electromecánicos estaban bien conectados y hacer las respectivas adecuaciones.

Se detecto que la conexión de los **RELEES** estaba mal hecha y también cuando el programa corría, las salidas del **LOGO!** accionaban las **BOMBAS** al contrario, por lo que se cambio en la programación la salida de la **BOMBA DE ENVIO** y **BOMBA DE RECIRCULACION**.

También se observo que había una perdida de fluido en el **Lavador de Gases**, el cual se corrigió colocando un temporizador que permitiera tener una cantidad de fluido en el tanque para compensar estas perdidas.

6.4.3. Refinamiento del proceso. Actualmente el sistema funciona con la siguiente secuencia:

Cuando esta operando en modo **AUTOMATICO**:

- Con el nivel de agua bajo (Sensor J1):

- La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.
 - La **Bomba de Recirculación** está apagada.
 - La **Selenoide** está energizada para permitir la alimentación de agua al tanque.
 - El **Temporizador** no actúa.
- Con el nivel de agua intermedio (*Sensor J2*):
- La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.
 - La **Bomba de Recirculación** está prendida.
 - La **Selenoide** continúa energizada.
 - El **Temporizador** no actúa
- Con el nivel de agua alto (*Sensor K*):
- La **Bomba de Envío** de agua azucarada del proceso estará accionada, solo si el **Temporizador** a acabado de contar el cual que fue ajustado (3 horas)
 - La **Bomba de Recirculación** continúa prendida y se apagara cuando el nivel de agua ha llegado al sensor J2.
 - La **Selenoide** estará apagada y solo entrara en funcionamiento, solo si el tiempo de vaciado se ha cumplido (3' 45").

Cuando esta operando en modo **MANUAL**:

- La **Selenoide** siempre estará energizada, solo se apagará cuando el nivel de agua llegue al sensor K ó cuando se oprima el **START** de la **BOMBA DE ENVIO (B-ENV)** o **RECIRCULACION (B-REC)**.
- La **BOMBA DE RECIRCULACION (B-REC)** solo funcionará si el nivel de agua a llegado al sensor J2, esto se hizo para proteger a la bomba.

- La **BOMBA DE ENVIO** (*B-ENV*) funciona siempre que usted presione el START de ella y se recomienda que lo hagan cuando el nivel este en el sensor J1.

6.5. MANUAL DE OPERACIÓN

6.5.1 SISTEMA ELECTRICO - FUERZA – CONTROL. **LAVADOR DE GASES. MANUAL DE OPERACIÓN**

6.5.1.1. Descripción

6.5.1.1.1. Sistema de potencia. Comprende los arranques directos de dos motores eléctricos que manejan dos bombas, estos motores están discriminados de la siguiente forma:

- Motor eléctrico trifásico, potencia 12 HP, Tensión de alimentación 440 VAC. Corriente nominal de 15,64 A, de 1750 RPM, marca SIEMENS.
- Motor eléctrico trifásico, potencia 1,8 HP, Tensión de alimentación 440 VAC. Corriente de 2,95 A, de 1700 RPM, marca SIEMENS.

Los contactores y elementos de protección en caso de sobre carga o cortocircuito son marca GENERAL ELECTRIC dimensionados bajo norma americana (NEMA); los pulsadores de arranque y paro, pilotos y conmutadores (selectores) son de 30 mm.

Las condiciones para arranque y paro de los motores eléctricos (tanto manual como automático) se ciñen a la lógica entregada por el Ing Arbey Angrino.

6.5.1.1.2. Particularidades. Las siguientes son las descripciones de los elementos eléctricos (*Motores*).

- **Motor eléctrico, unidad de recirculación.**
Potencia: 12 HP
Voltaje de alimentación: 440 VAC

Corriente nominal: 15,64 A
Revoluciones: 1750 RPM
Marca: SIEMENS.

- **Motor eléctrico, unidad de envío.**

Potencia: 1,8 HP
Voltaje de alimentación: 440 VAC
Corriente nominal: 2,95 A
Revoluciones: 1700 RPM
Marca: SIEMENS.

Tanto el sistema de potencia ya descrito como el sistema de control que ha continuación relacionaremos están ubicados en un gabinete construido de acero y con una protección lo mas herméticamente posible.

6.5.1.2. Sistema de control. Para derivar la alimentación del sistema de control nos valemos de un transformador, el cual suministra aislamiento galvánico y reduce el voltaje de 480 VAC a 120 VAC, potencia 200 VA. El primario del transformador esta protegido por dos minibreakers de 3 A y el secundario posee un minibreaker de 3 A para protección de todo el circuito de control.

Mediante un selector de tres posiciones (MANUAL/0/AUTOMATICO) se pone en funcionamiento el sistema, la anterior condición se visualiza mediante un piloto ("ON/OFF", de color verde).

La lógica de control se realiza en un dispositivo programable MODUL LOGICO LOGO! marca SIEMENS (8 entradas / 4 salidas) y un modulo de expansión (de 4 entradas / 4 salidas).

Las entradas digitales se conectan directamente a los terminales respectivos del LOGO! mientras que las dos salidas conmutan directamente a los contactores de los motores y otra salida va directo a la Selenoide; La condición de las salidas de los motores se visualizan mediante dos pilotos de color rojo.

Las entradas digitales que se conectan al LOGO! provienen de tres RELEES, los que son activados por los niveles respectivos del tanque del Lavador de Gases. Tanto las salidas como las entradas van conectadas a una bornera. La secuencia manual o automática del sistema del Lavador de Gases se determina por

programa en él LOGO!, Cualquier cambio posterior no involucra recableado sino modificación del programa existente.

6.5.1.3. Identificación de entradas y salidas en el sistema del control.

6.5.1.3.1. Entradas (I)

Tabla 1. Identificación de entradas y salidas en el sistema del control

I2.	SENSOR DE NIVEL BAJO	(J1)
I3	SENSOR DE NIVEL MEDIO	(J2)
I4	SENSOR DE NIVEL ALTO	(K)
I5	ARRANQUE AUTOMATICO	(AUTO)
I6	ARRANQUE MANUAL	(MAN)
I7	ARRANQUE MANUAL DE LA BOMBA DE RECIRCULACION	START B-REC
I8	PARADA MANUAL DE LA BOMBA DE RECIRCULACION	STOP B-REC
I9	ARRANQUE MANUAL DE LA BOMBA DE ENV	START B-ENV
I10	PARADA MANUAL DE LA BOMBA DE ENV	STOP B-ENV
I11	SENSOR MEDIDOR DE BRIS	MED BRIS

6.5.1.3.2. Salidas (Q)

Tabla 2. Identificación de salidas en el sistema del control

Q1	BOMBA DE RECIRCULACION	B-REC
Q2	BOMBA DE ENVIO	B-ENV
Q3	SELENOIDE	SEL
Q4	PILOTO VERDE DE ENCENDIDO – APAGADO	ON / OFF
Q5	PILOTO VERDE DEL SENSOR BAJO	LUZ J1
Q6	PILOTO VERDE DEL SENSOR MEDIO	LUZ J2
Q7	PILOTO VERDE DEL SENSOR ALTO	LUZ K
Q8	PILOTO AMARILLO ALARMA	ALARMA

Las salidas del Modulo Lógico LOGO! (Q1, Q2) activan las bobinas de los contactores de los motores eléctricos; (Q3) controla la apertura de la Selenoide; (Q5, Q6, Q7) indican el nivel del tanque del Lavador. (Q8) indica cuando falta líquido cuando el tiempo de recirculación del proceso se ha culminado.

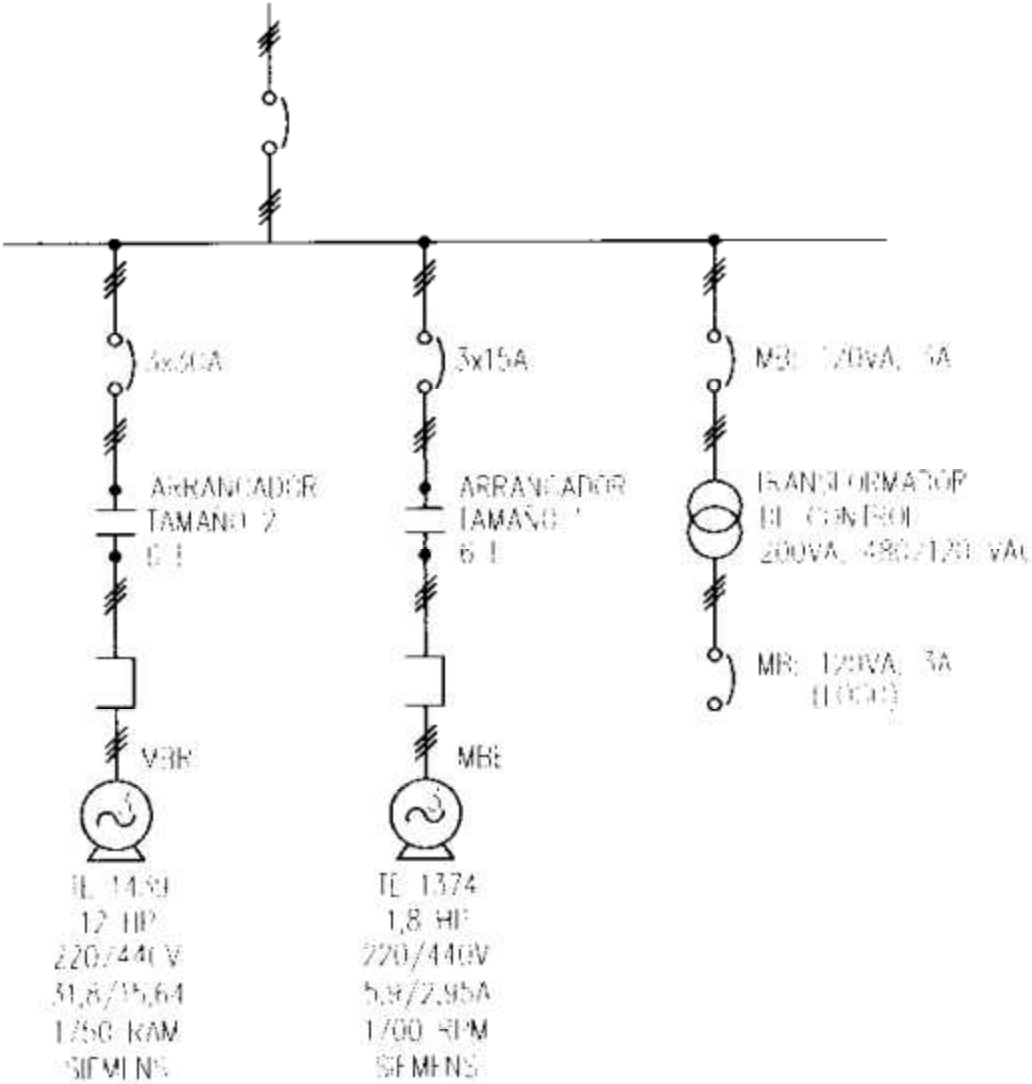
Tabla 3. Identificación de selectores, pulsadores y pilotos

SELECTORES	PULSADORES	PILOTOS
SELECTOR MANUAL /AUTOMATICO	ARRANQUE MANUAL DE LA BOMBA DE ENV	PILOTO ROJO DE LA BOMBA DE ENV
	PARADA MANUAL DE LA BOMBA DE ENV	
	ARRANQUE MANUAL DE LA BOMBA DE RECIRCULACION	PILOTO ROJO DE LA BOMBA DE REC
	PARADA MANUAL DE LA B O M B A D E RECIRCULACION	
		PILOTO VERDE DE ENCENDIDO-APAGADO
		PILOTO VERDE DEL SENSOR BAJO
		PILOTO VERDE DEL SENSOR MEDIO
		PILOTO VERDE DEL SENSOR ALTO
		PILOTO AMARILLO ALARMA

6.5.2. Planos eléctricos

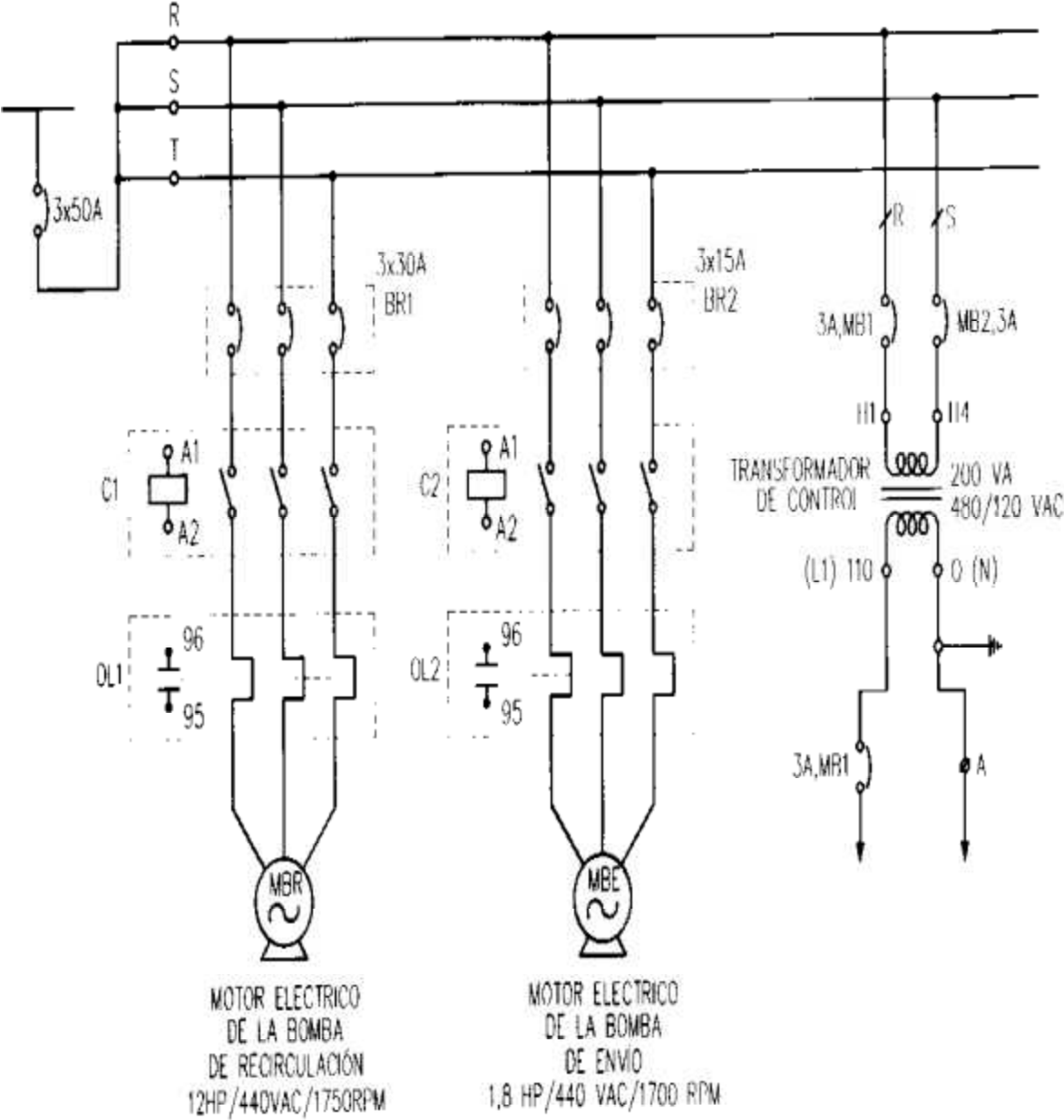
6.5.2.1. Diagrama unifilar

Figura 17. Diagrama unifilar



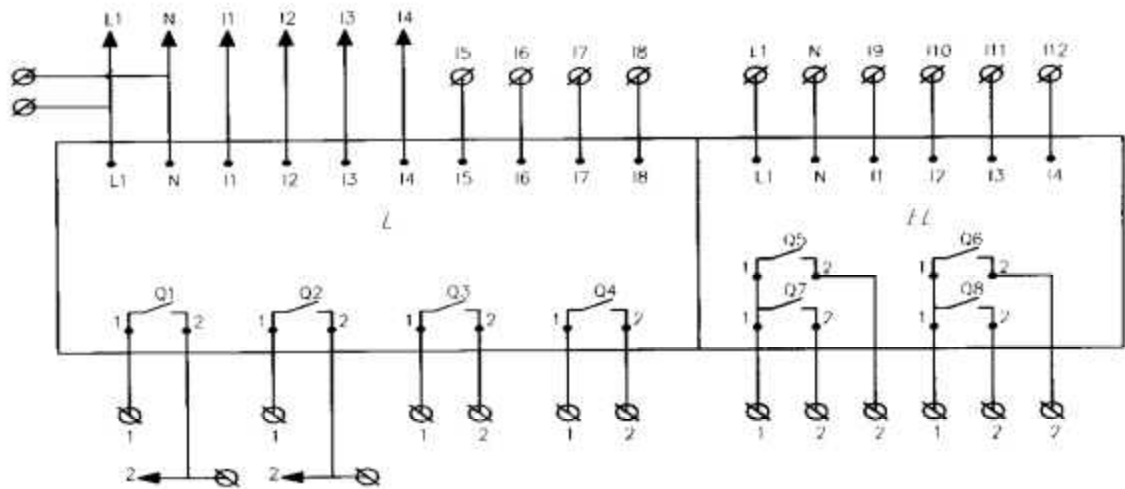
6.5.2.2. Diagrama de fuerza

Figura 18. Diagrama de fuerza



6.5.2.3. Diagrama del Modulo Lógico LOGO!

Figura 19. Diagrama del Modulo Lógico LOGO!



ENTRADAS

L1 = 110 VAC

N = NEUTRO

I1 = 4-R1; NO USADA

I2 = 4-R2; SENSOR NIVEL J1

I3 = 4-R3; SENSOR NIVEL J2

I4 = 4-R4; SENSOR NIVEL K

I5 = 3-B; MULETILLA AUTO

I6 = 4-B; MULETILLA MAN

I7 = 5-B; START B-REC

I8 = 6-B; STOP B-REC

I9 = 7-B; START B-ENV

I10 = 8-B; STOP B-ENV

I11 = 12-B; SENSO BRIS

I12 = 22-B; NO USADA

ENTRADAS A 110 VAC

SALIDAS

Q1-1 = L1

Q1-2 = A1 – C1; B-ENV

Q2-1 = L1

Q2-2 = A1 – C1; B-REC

Q3-1 = L1

Q3-2 = 11-B; SEL

Q4-1 = L1

Q4-2 = 12-B; LUZ PILOTO ON/OFF
VERDE

Q5-1 = L1

Q5-2 = 13-B; LUZ PILOTO SENSOR J1
VERDE

Q6-1 = L1

Q6-2 = 14-B; LUZ PILOTO SENSOR J2
VERDE

Q7-1 = L1

Q7-2 = 15-B; LUZ PILOTO SENSOR K
VERDE

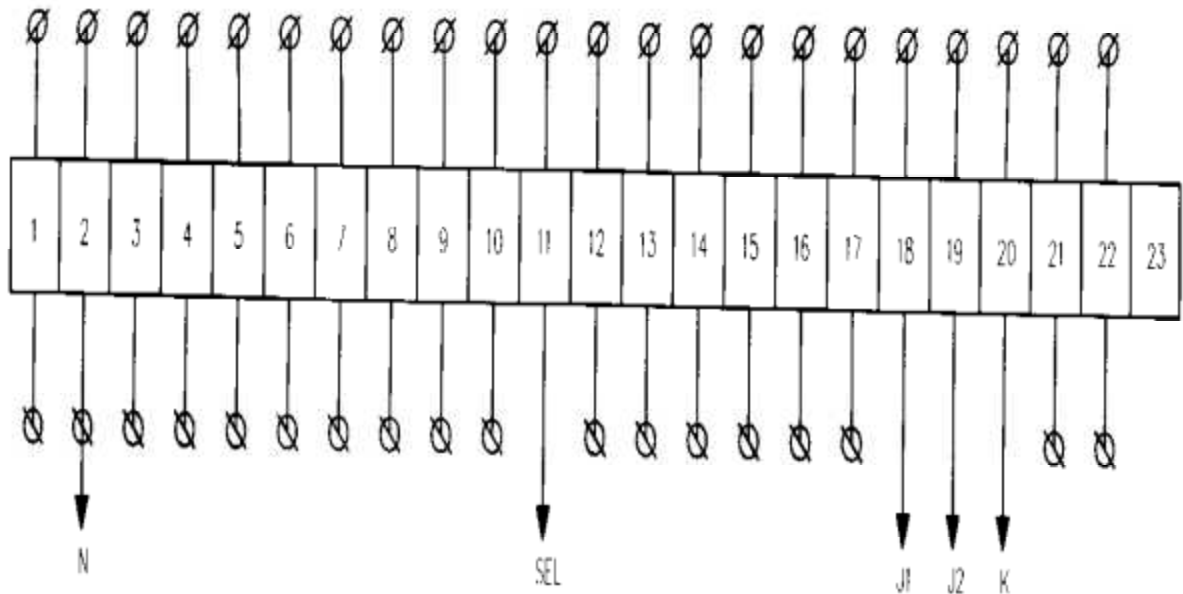
Q8-1 = L1

Q8-2 = 16-B; LUZ PILOTO ALARMA
AMARILLA

SALIDAS EN RELLE 10A

6.5.2.4. Diagrama de la Bornera

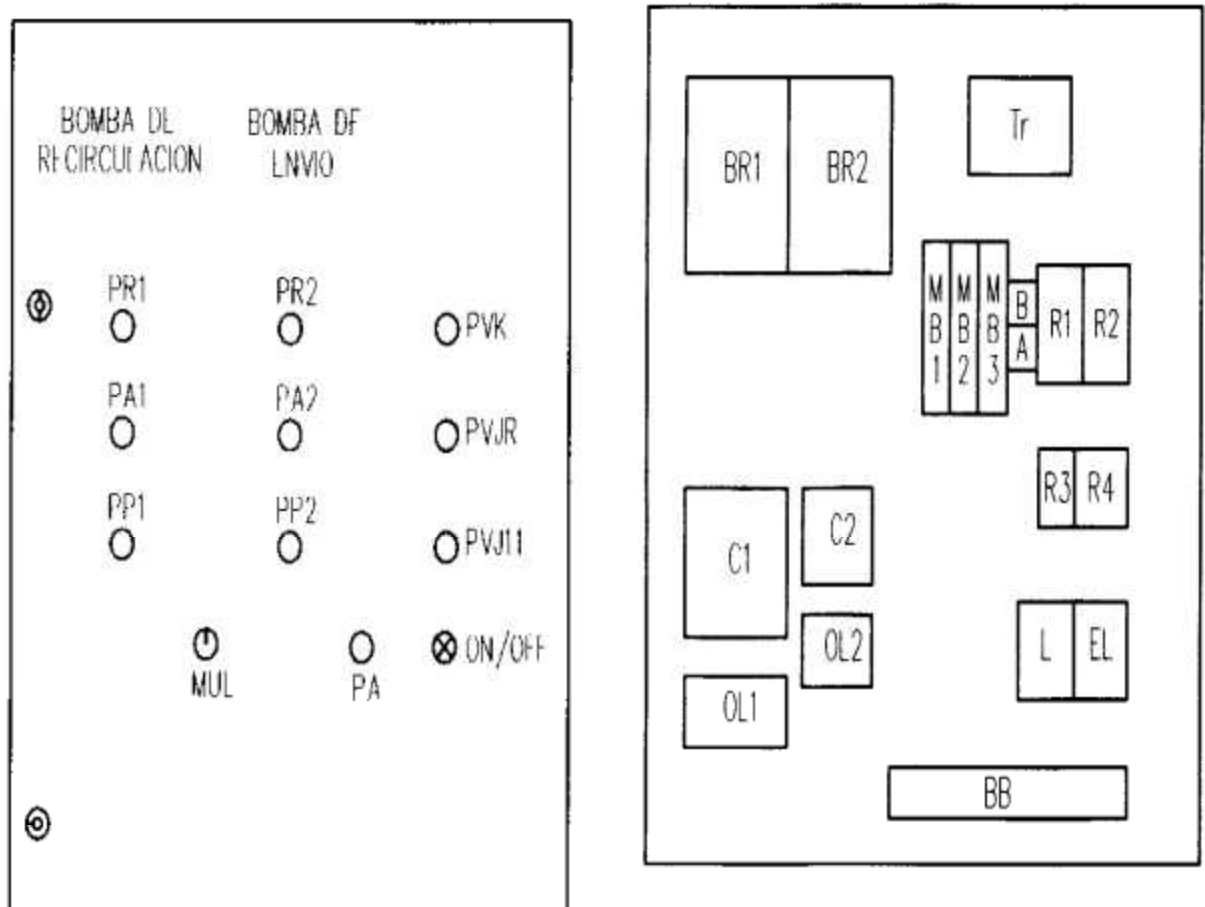
Figura 20. Diagrama de la Bornera



- 1** = L1; 110 VAC
- 2** = NEUTRO
- 3** = I5-L; MULETILLA AUTOMATICA
- 4** = I6-L; MULETILLA MANUAL
- 5** = I7-L; START B-REC
- 6** = I8-L; STOP B-REC
- 7** = I9-EL; START B-ENV
- 8** = I10-EL; STOP B-ENV
- 9** = Q1-2-L; B-ENV
- 10** = Q2-2-L; B-REC
- 11** = Q3-2-L; SEL
- 12** = Q4-2-L; LUZ PILOTO ON/OFF – VERDE
- 13** = Q5-2-EL; LUZ PILOTO SENSOR J1 – VERDE
- 14** = Q6-2-EL; LUZ PILOTO SENSOR J2 – VERDE
- 15** = Q7-2-EL; LUZ PILOTO SENSOR K – VERDE
- 16** = Q8-2-EL; LUZ PILOTO ALARMA – AMARILLO
- 17** = 2-R1; RELEE #1, NO USADA
- 18** = 2-R2; RELEE #2, J1
- 19** = 2-R3; RELEE #3, J2
- 20** = 2-R4; RELEE #4, K
- 21** = I11-EL; SENSOR DE BRIS
- 22** = I12-EL; NO USADA

6.5.2.5. Diagrama de distribución del tablero de control

Figura 21. Diagrama de distribución del tablero de control

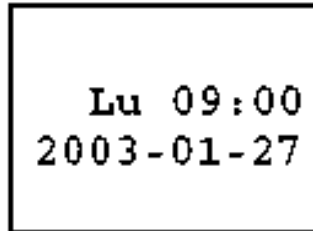


PR = LUZ PILOTO ROJO – MARCHA:1-2
PA = PULSADOR ARRANQUE:1-2
PP = PULSADOR PARADA:1-2
PV = LUZ PILOTO VERDE – SEÑAL NIVEL (K, J2, J1)
PA = LUZ PILOTO AMARILLO – ALARMA
MUL = MULETILLA 3 POSICIONES: AUTO – OFF – MAN
ON – OFF = LUZ PILOTO VERDE

BR = BREAKER 1-2
C = CONTACTOR 1-2
OL = RELEE TERMINO 1-2
TR = TRANSFORMADOR DE CONTROL 440/110VAC
MB = MINIBREAKERS 1-2-3
R = RELEES 1-2-3-4
L = LOGO!
EL = EXPANCION DEL LOGO!
B = BORNERA A – B

6.5.3. Programación del modulo lógico LOGO! Cuando usted tenga enfrente el LOGO! la primera vista es la fecha y hora actual:

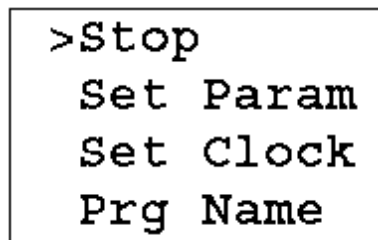
Figura 22. Presentación frontal del LOGO!



Lu 09:00
2003-01-27

Se tiene que cambiar el modo de RUN al modo de Parametrización, pulse la tecla **ESC**; LOGO! conmutará al modo de operación Parametrización y mostrará el menú Parametrización:

Figura 23. Menú del LOGO! (paro)

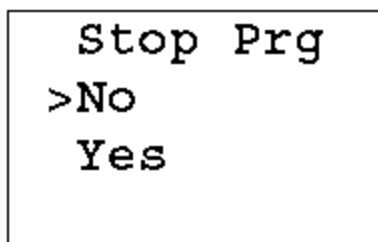


>Stop
Set Param
Set Clock
Prg Name

Este comando le permite detener el programa y cambiar al menú principal del modo de programación. Para ello, proceda del siguiente modo:

- Coloque el '>' sobre '**Stop**': Teclas ▲ ○ ▼
- Confirme el comando 'Stop': Tecla **OK**

Figura 24. Introducción al LOGO!

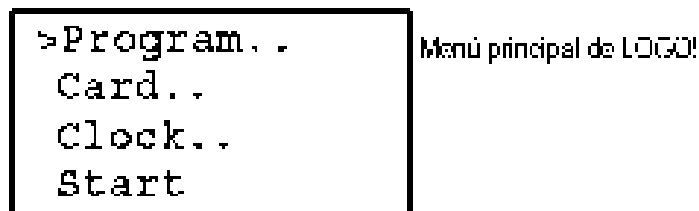


Stop Prg
>No
Yes

- Coloque el '>' sobre '**Yes**': Teclas ▲ ○ ▼
- Confirme la opción '**Sí**': Tecla **OK**

LOGO! muestra el menú principal del modo de programación:

Figura 25 Modo de programación



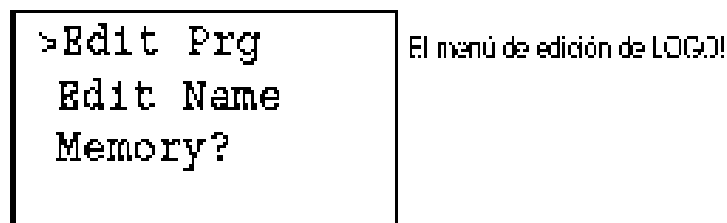
En el primer lugar de la primera fila aparece el símbolo ">". Pulsando las teclas y se desplaza el ">" verticalmente. Posicione el ">" en "Program.." y pulse la tecla **OK**. Además, LOGO! pasará al menú Programación.

Figura 26 Modo de Editar – programa



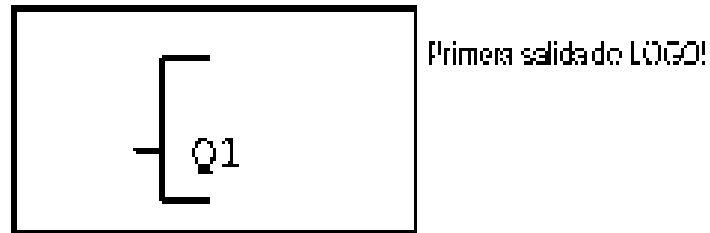
También aquí podrá desplazar el símbolo ">" mediante las teclas y, ponga ">" en "**Edit.**" (Para Editar, es decir Introducir) y pulse la tecla **OK**.

Figura 27. Modo de Editar – programa2



Ponga ">" sobre "**Edit Prg**" (para editar programa) y pulse la tecla **OK**. LOGO! le mostrará la primera salida:

Figura 28. Salida LOGO!



Ahora se encuentra en el modo Programación. Pulsando las teclas y pueden elegirse las demás salidas. Ahora puede introducir o editar su programa. Cuando usted llegue a esta parte tiene que tener en cuenta lo siguiente:

Figura 29. Esquema de movilización en el LOGO!

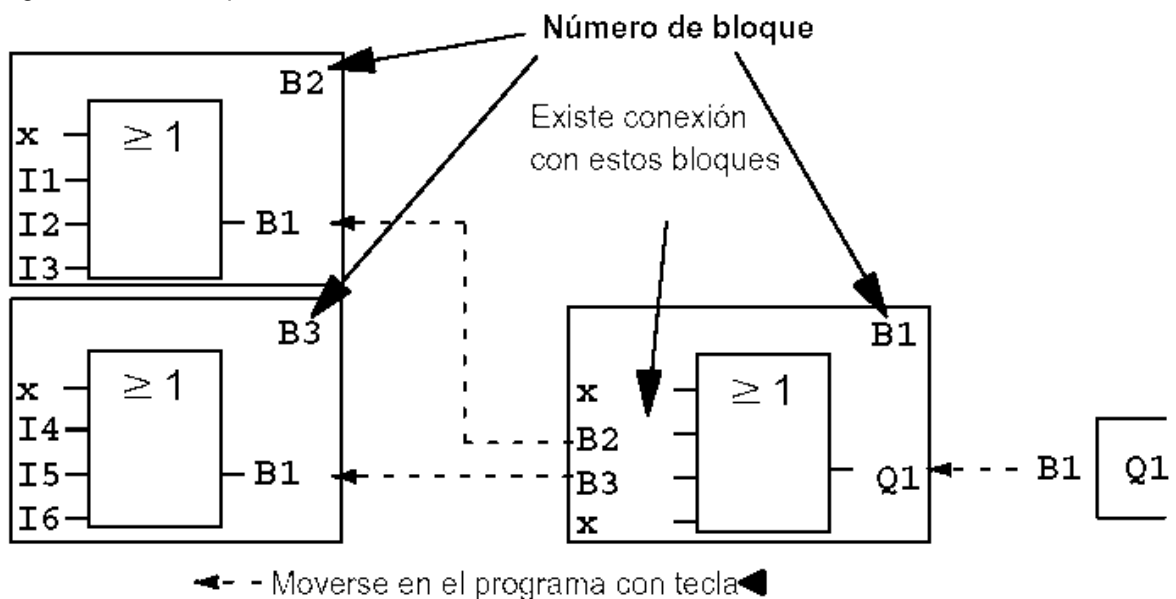
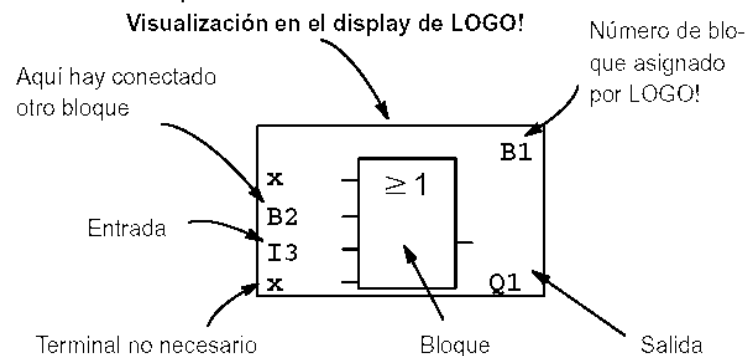


Figura 30. Partes de un bloque



Para su orientación, hemos distribuido dichos elementos en distintas 'listas', que se especifican a continuación:

- **Co**: Lista de los bornes (**C**onector): Las constantes y los bornes (Connectors = Co) identifican entradas, salidas, marcas y niveles de tensión fijas (constantes).
- **GF**: Lista de las funciones básicas: Las funciones básicas son elementos lógicos sencillos del álgebra de Boole. Las entradas y funciones básicas se pueden negar de forma individual, es decir, que si en la entrada en cuestión hay un "1", el programa utiliza un "0"; Si hay un "0", se utiliza un "1".
- **SF**: Lista de las funciones especiales: Al introducir un programa en LOGO!, en la lista SF aparecen los bloques de las funciones especiales.
- **BN**: Lista de los bloques disponibles para el circuito

Figura 31. Secuencia final

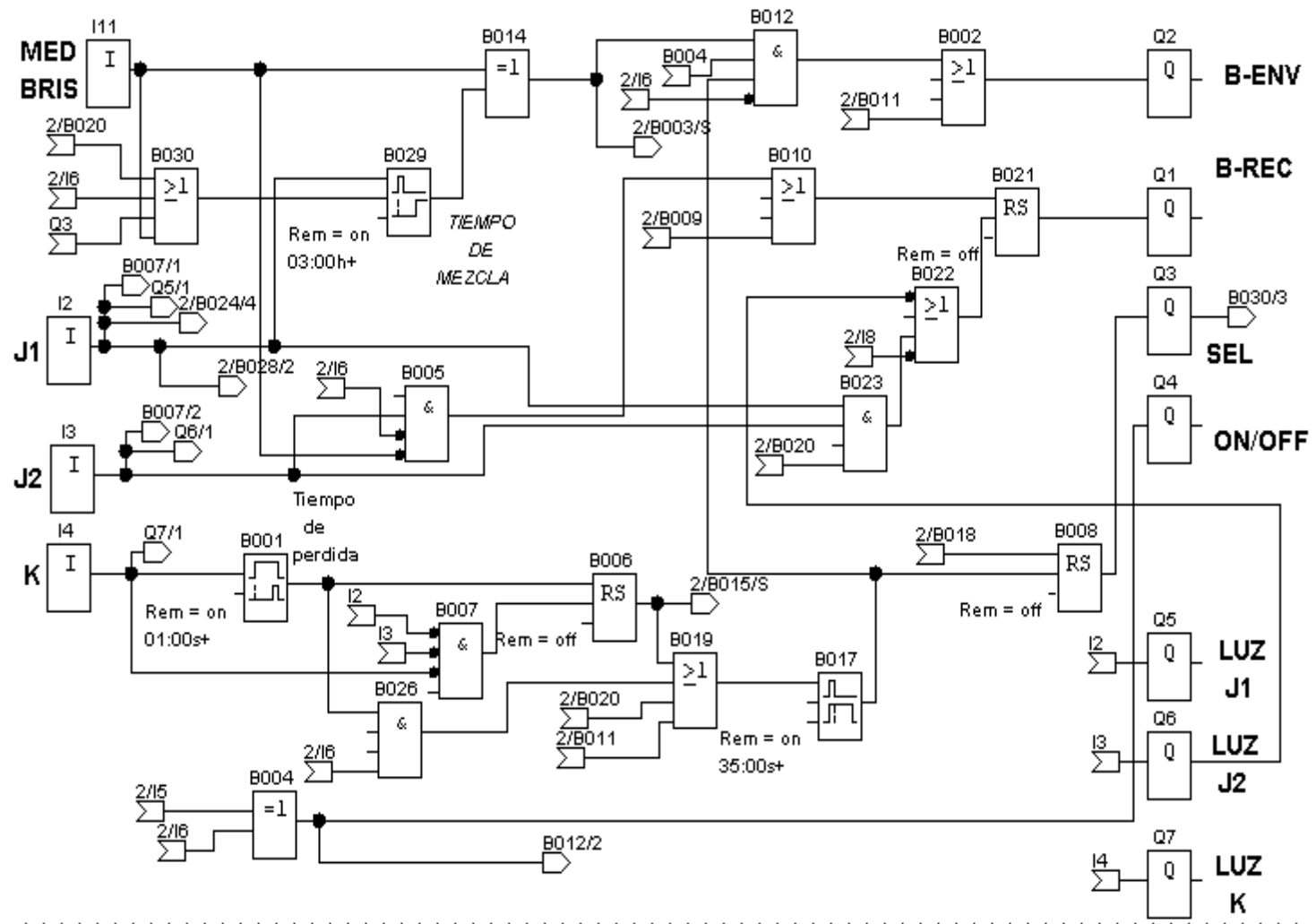
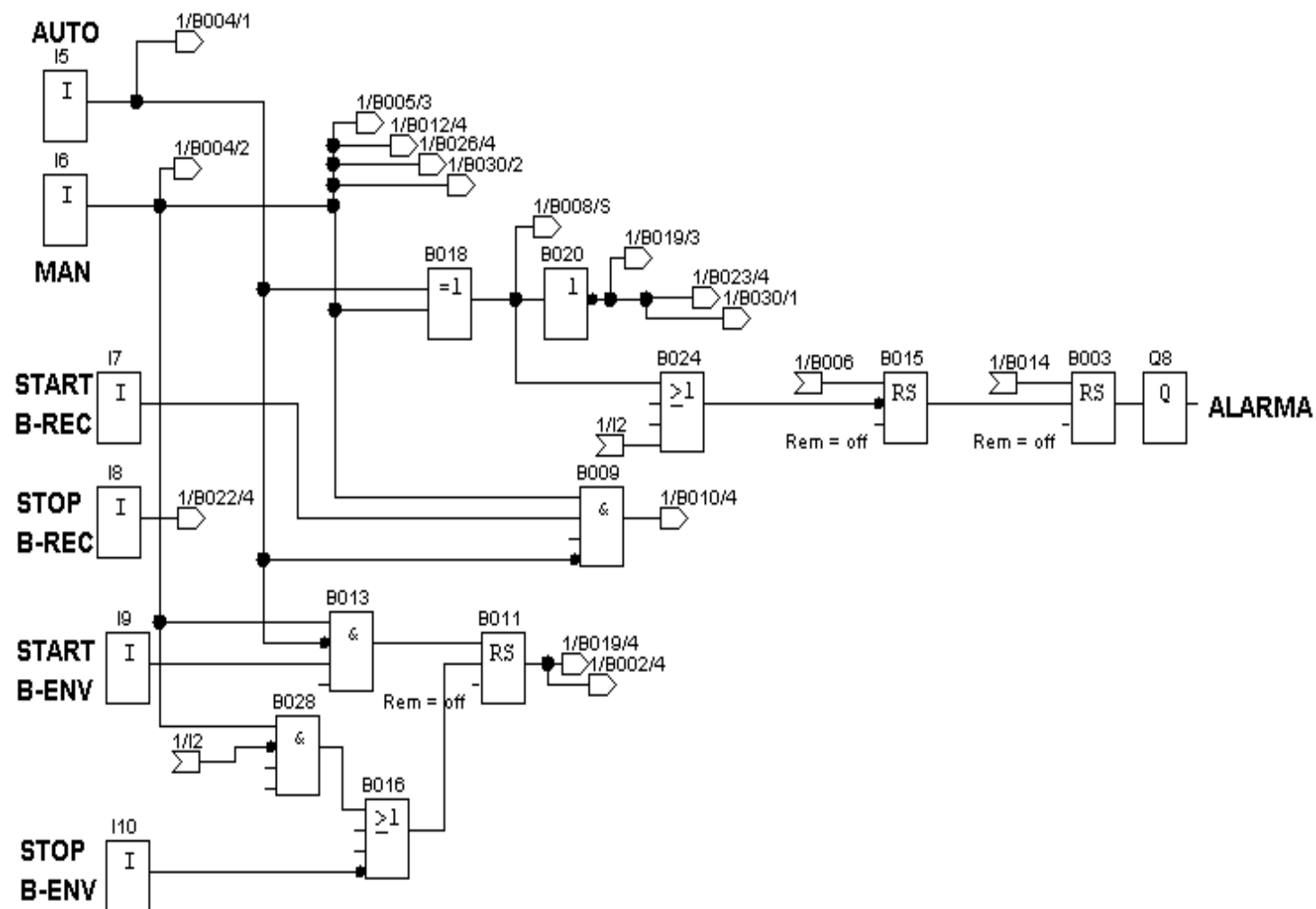


Figura 32. Secuencia final2



Para editar o cambiar algún parámetro se debe seguir la siguiente ruta:

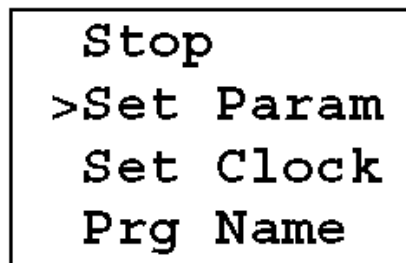
- Si desea cambiar el tiempo de mezcla, debe hacerlo siguiente:
Q2→ B002→ B012→ B014→ B029 (TIEMPO DE MEZCLA)
- Si desea cambiar el tiempo de pérdida, debe hacerlo siguiente:
Q2→ B002→ B012→ B027→ B006→ B001 (TIEMPO DE PERDIDA) Ó
Q3→ B008→ B017→ B019→ B006→ B001 (TIEMPO DE PERDIDA)
- Si desea cambiar el tiempo de retardo, debe hacerlo siguiente:
Q3→ B008→ B017 (TIEMPO DE RETARDO)

Recuerde para elegir un parámetro, proceda como sigue:

- Seleccione la opción '**Set Param**' en el menú de parametrización:

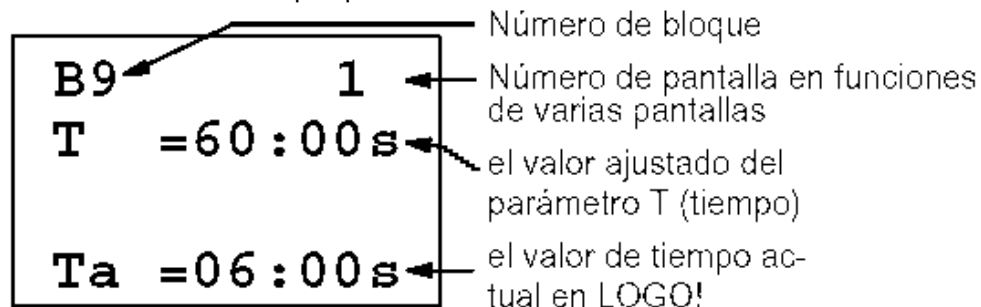
Teclas ▲ ○ ▼

Figura 33. Menú del LOGO! (Parametrización).



Pulse la tecla **OK**. LOGO! muestra el primer parámetro. Si no se puede ajustar ningún parámetro, es posible retroceder al menú Parametrización pulsando **ESC**.

Figura 34. Partes de un bloque parametrizado

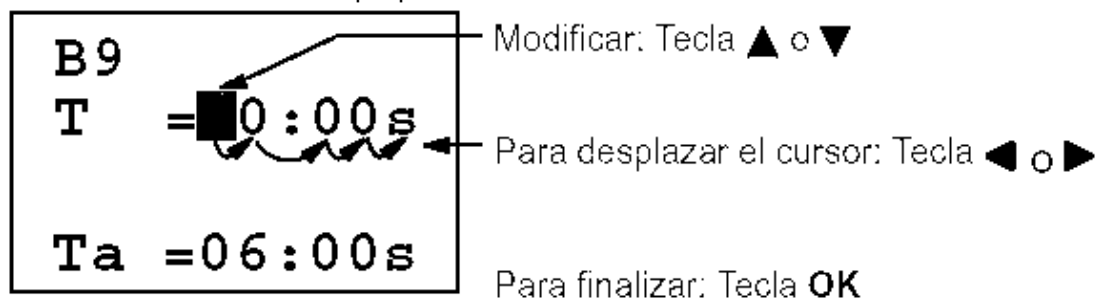


- Ahora seleccione el parámetro que desee: Teclas ▲ ○ ▼
- Si desea modificar un parámetro, selecciónelo y pulse la tecla **OK**.
Para modificar un parámetro, primero debe seleccionar el valor del parámetro este se modifica igual que al introducirlo en el modo de “Programación”:
- Mueva el cursor hasta el punto en que desee realizar una modificación: Teclas ◀ ○ ▶

- Modifique el valor en ese lugar: Teclas ▲ ○ ▼

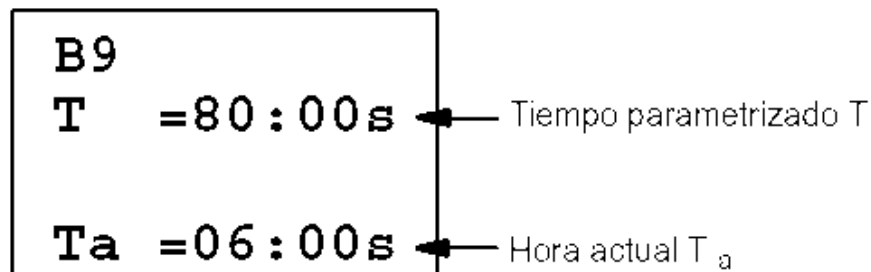
- Confirme el valor: Tecla **OK**

Figura 35. Partes de un bloque parametrizado2



Cuando se visualiza un tiempo T en el modo de Parametrización, aparece lo siguiente:

Figura 36. Partes de un bloque parametrizado3



En caso de encontrar una contraseña haga lo siguiente:

- Las contraseñas pueden tener un máximo de 10 caracteres de longitud y estará compuesto exclusivamente por mayúsculas (de la A a la Z). En el dispositivo sólo será posible asignar, modificar o desactivar contraseñas en el menú “Contraseña”.

En el menú Programación:

- Coloque “>” sobre '**Password**': teclas ▲ ○ ▼
- Acepte la 'Contraseña': tecla **OK**

Pulsando las teclas o podrá ver el abecedario de la A a la Z o de la Z a la A y seleccionar cualquier letra. Puesto que LOGO! sólo pone a su disposición las letras mayúsculas para introducir su contraseña, encontrará las letras más rápidamente “al final” del alfabeto pulsando la tecla:

- Si pulsa una vez la tecla aparecerá “Z”.
- Si pulsa dos veces la tecla aparecerá el signo “{”, etc.

Asigne a nuestro primer programa la contraseña “AA”. El display muestra ahora:

Figura 37. Contraseña



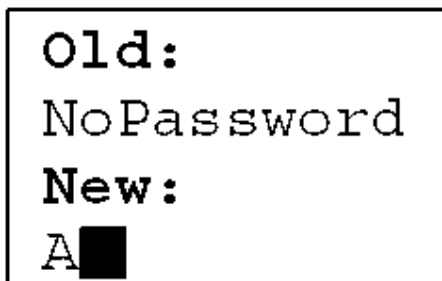
Proceda del mismo modo que para introducir el nombre del programa. En “New” indique lo siguiente:

- Seleccione “A”: Pulse una vez la tecla ▲ ○ ▼
- Para activar la siguiente letra: Pulse una vez la tecla ◀ ○ ▶

- Seleccione “A”: Pulse una vez la tecla ▲ ○ ▼

El display muestra ahora:

Figura 38. Contraseña2



- Confirme la contraseña: Tecla **OK**. De este modo su programa queda protegido por la contraseña “AA” y usted se encontrará de nuevo en el menú de programación.

Para modificar la contraseña, debe conocer la contraseña actual.


En el menú Programación:

- Coloque '>' sobre '**Password**': teclas ▲ ○ ▼
- Acepte la 'Contraseña': tecla **OK**

En “Old”, introduzca la contraseña antigua (en nuestro caso '**AA**'), para lo que deberá repetir los pasos 3 a 6 descritos anteriormente.

El display muestra ahora:

Figura 39. Cambio de contraseña



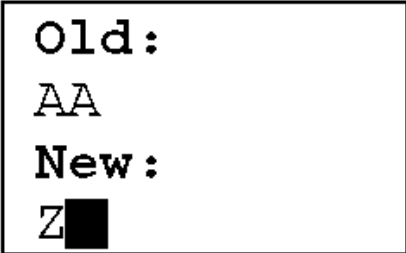
Old:
AA
New:
■

Ahora es posible introducir una nueva contraseña en “New”, p. Ej. “ZZ”:

- Seleccione “Z”: Pulse una vez la tecla ▲ ○ ▼
- Para activar la siguiente letra: Pulse una vez la tecla ◀ ○ ▶
- Seleccione “Z”: Pulse una vez la tecla ▲ ○ ▼

El display muestra ahora:

Figura 40. Cambio de contraseña2



Old:
AA
New:
Z ■

- Confirme la nueva contraseña: Tecla **OK**

Su nueva contraseña se llamará ahora “ZZ” y Ud. Retornará al menú Programación.

PRESUPUESTO

7.1. VALOR DE LOS EQUIPOS A USAR EN LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

Tabla 4. Valor de los equipos a usar en el proyecto

Costos.			
Materiales eléctricos.			
Descripción.	Cantidad	Valor.	
MODULO LOGICO LOGO!	1	V. Unidad: \$331.870=	\$331.870=
MODULO DE EXPANSIÓN PARA MODULO LOGICO LOGO!	1	V. Unidad: \$331.870=	\$244.900=
ARRANCADOR MAGNETICO G.E. TAMAÑO 1. BOBINA 110.	1	V. Unidad: \$244.900=	\$430.300=
ARRANCADOR MAGNETICO G.E. TAMAÑO 2. BOBINA 110.	1	V. Unidad: \$430.300=	\$56.060=
INTERRUPTOR MULETILLA 3 POSICIONES	1	V. Unidad: \$56.060=	\$59.800=
PULSADOR ARRANQUE G.E. 30mmtrs	2	V. Unidad: \$29.900=	\$59.800=
PULSADOR PARADA G.E. 30mmtrs	2	V. Unidad: \$29.900=	\$37.380=
LUZ PILOTO ELECTRICO 30mmtrs BCP	7	V. Unidad: \$5.340=	\$76.800=
RATING PLUGS 30 ^a	1	V. Unidad: \$76.800=	\$70.530=
BORNE DE CONEXIÓN PARA CABLE.	30	V. Unidad: \$2.351=	\$4.118=
RIEL OMEGA RANURADO.	1	V. Unidad: \$4.118=	\$33.855=
RELE DE 11 PINES CON BASE.	3	V. Unidad: \$11.285=	\$813.400=
BREAKER G.E. 480V, 3 x 30 ^a mp.	2	V. Unidad: \$406.700=	\$89.000=
TRANSFORMADOR DE CONTROL 200VA	1	V. Unidad: \$89.000=	\$407.000=
BREAKER G.E. 480V, 3 x 15 ^a mp.	1	V. Unidad: \$407.000=	\$376.800=
Materiales mecánicos.			
COFRE EN ACERO. 30 x 70 x 100 cmtrs	1	V. Unidad: \$376.800=	\$3'423.483=
Subtotal			\$3'423.483=
Total			3'423.483

7.2. OTROS COSTOS

Tabla 5. Otros costos

Gastos personales (grupo de diseño)		
Descripción	Valor	Justificación
Alimentación	\$300.000=	Tiquetera para almorzar.
Unidad de almacenamiento USB	\$60.000=	Para descargar la evolución del proyecto.
Otros	\$30.000=	Uso de Internet y papelería en casa.
Eps	\$00.000=	Proporcionado por INCAUCA S.A.
Transporte	\$00.000=	Proporcionado por INCAUCA S.A.
Internet	\$00000=	Proporcionado por INCAUCA. S.A.
Papelería	\$00.000=	Proporcionado por INCAUCA S.A.
Servicio telefónico	\$00.000=	Proporcionado por INCAUCA S.A.
Total	\$390.000=	

8. CONCLUSIONES

- Se modifico el sistema electromecánico, el cual permitirá un mejor desempeño del proceso y también un mejor mantenimiento.
- Se diseño una secuencia lógica para el **PLC** partiendo del proceso, es decir, de la interacción de los componentes consigo mismo; no se partió de los planos eléctricos por su estado.
- Se redujo los costos de mantenimientos del proceso, ya que tenían que invertir mas hora – hombre en el proceso.
- Se incremento el rendimiento general del proceso, por que el producto final del lavador es enviado según las especificaciones de la **Refinería**.
- Se ensablo el dispositivo y se hicieron las respectivas pruebas para mejorar los tiempos del proceso.
- Todos los elementos que integran el proyecto son de fácil consecución nacional, facilitando así la obtención de los mismos y contribuir así la obtención de los mismos y contribuir así a la economía nacional y regional.
- Con el éxito del proyecto se desarrollo otros proyectos en el ingenio basados en esta tecnología.
- Se aplicó los conocimientos adquiridos a través de la carrera de Ing Electrónica par poder realizar un diseño competitivo y que satisfaga las necesidades de los usuarios
- El PLC es una herramienta muy práctica versátil que permite realizar aplicaciones diversas.

- Saber escoger la herramienta de diseño que se va a usar, ya que hay aplicaciones tanto sencillas como complejas, esto exige que la tecnología del PLC.
- La factibilidad del presupuesto de la empresa a tratar, ya que si es un elemento que exige un precio elevado, es posible que esta opción no sea escogida.
- Uno de los inconvenientes es la obtención de los elementos, ya que estos tienen que pasar por un comité de evaluación y antes de estos ser seleccionados por el Jefe o Ingeniero de la zona. También si este elemento no está en el almacén de la empresa hay que esperar que lo obtengan, demorando su ensamblaje y puesta a punto.
- Las aplicaciones del Logo! en el Ingenio están mas dirigidas a reemplazar armarios de control cableado que son muy incómodas de usar (manipulación y mantenimiento) o por seguridad, ya que es un proceso donde no se requiere la intervención de la mano del hombre.

9. RECOMENDACIONES

El **Lavador de Gases** tiene una falla depende de los electrodos, que son los ojos del proceso para saber que secuencia se tiene que realizar, para lo que se recomienda:

- Poner un Medidor de Bris, el cual mejoraría la calidad del contenido del **Lavador de Gases** sin importar que cantidad de polvo este llegando al proceso o en que nivel se esté; actualmente no se conoce esta cantidad.
- Cada vez que haya paró (*normalmente los Lunes*) realizar constante mantenimiento a los electrodos para poder obtener una medida confiable.
- Se debe mantener el área del la caja de control limpia para evitar que los dispositivos electromecánicos y el **PLC** sean afectados por la suciedad.

BIBLIOGRAFÍA

Automatización Industrial. [en línea]. Santa Mónica: Lucas Morea, 1997. [consultado en marzo, 2006]. Disponible en Internet: <http://www.monografias.com/trabajos6/auti/auti.shtml>

Lavador de Gases, Tecnología de vacío – Ingeniería y equipos, México D.F: Equirepsa, 2006. 2 p.

Programmable Controllers. [en línea]. Milwaukee: Rockwell Automation, Inc. 2006. consultado en marzo, 2006]. Disponible en internet <http://www.ab.com/programmablecontrol/plc/mivrologix/index.html>

Revolución Industrial. [en línea]. Florida: Wikimedia Foundation, Inc, 2006. [consultado en marzo, 2006]. Disponible en internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n_Industrial

SALGADO G. Javier A. Programación de plc. Diplomado. Santiago de Cali, 2006. 100 p.

SIEMENS Manual de operación del logo!. 6 ed. Munich: SIEMENS, 2006. 345 p.

SIMATIC Controllers. [en línea]. Munich: Siemens AG. 2001-2006. [consultado en marzo, 2006]. Disponible en internet: http://www.automation.siemens.com/simatic/controller/html_76/controller_03.htm

ANEXOS

Anexo 1. Anteproyecto

MODERNIZACION DEL CONTROL ELECTRICO DEL PROCESO DEL LAVADOR DE GASES.

JAVIER ALBERTO SALGADO GARCES.

Anteproyecto de grado para optar por el titulo de
Ingeniero Electrónico.

Director – Asistente.
DRAGO DUSSICH.
Ing Mecatrónica.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
DIVISION DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA.
19 de mayo de 2006.

TABLA DE CONTENIDO.

1. INTRODUCCIÓN.
2. TITULO.
3. PARTICIPANTES.
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.
5. MARCO TEORICO.
6. ANTECEDENTES.
7. OBJETIVO GENERAL.
8. OBJETIVOS ESPECIFICOS.
9. JUSTIFICACIÓN.
10. METODOLOGÍA.
11. CRONOGRAMA.
12. PRESUPUESTO.
13. FINANCIACION.
14. BIBLIOGRAFÍA.
15. DOCUMENTOS ANEXOS.

1. INTRODUCCION.

Dentro de la industria mundial se ha venido planteado retos a solucionar y presentándose una constante evolución y mejoramiento hacia optimizar los procesos que se realizan, ya sean simples o complejos.

Estos retos se han planteado primordialmente a la *Educación Superior* y esta orientada principalmente a los diferentes tópicos que a esta le incuben, es decir, a las distintas carreras que posee.

La solución de estos retos conlleva a la presentación de proyectos con diferentes desarrollos y tecnologías; con el fin de buscar el bien común y ser consecuente con la inversión social de la que somos objetos.

Uno de estos retos que se imponen en el mundo es el mercado; mercado que exige procesos de mayor calidad. En el Ingenio del CAUCA S.A, se ha presentado un inconveniente con los controles eléctricos de algunos procesos que intervienen en la producción de azúcar y sus otros productos, ya sea por que:

- Su sistema de control eléctrico a través del tiempo se ha quedado obsoleto.
- Las condiciones del lugar se ha vuelto un peligro para las máquinas y el personal que opera estas mismas.

El propósito del proyecto es reemplazar el sistema de control antiguo por un sistema más confiable, seguro y mejorar los tiempos de producción.

Para resolver este inconveniente nos apoyaremos en los sistemas de control automático para la industria, conocidos como **PLC**.

Con este proyecto se conocerá, comprenderá este fascinante mundo de los sistemas de control automático.

2. TITULO.

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO.

3. PARTICIPANTES.

Pasante:

NOMBRE: Javier Alberto.

APELLIDOS: Salgado Garces.

CODIGO: 976465.

PROGRAMA: Ingeniería Electrónica.

Director – Asistente UAO:

NOMBRE: Drago.

APELLIDOS: Dussich.

CARGO: Ingeniero Mecatrónica.

Asistente INCAUCA S.A.:






NOMBRE: Arbey.

APELLIDOS: Angrino.

CARGO: Ingeniero Eléctrico.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

4.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

	
	
	<p>DESCRIPCION:</p> <p>Aquí se observa:</p> <ol style="list-style-type: none">1) La caja de control eléctrico del Lavador de Gases.2) La ubicación de la caja de control.3) El estado de lo que circunda a la caja de control.4) El estado interno de la caja de control.

El problema del lavador de gases consiste en que no funciona desde hace mas de un año el sistema de control cableado, por las condiciones de trabajo de este mismo. Esto ha ocasionando que su desempeño en el ingenio no sea lo optimo para lo que originalmente fue creado

Por tal razón este sistema es operado manualmente, el cual es una carga para los operarios, ya que estos tienen en sus manos otros procesos que son más importantes en el ingenio, llegando a descuidar ambos procesos.

5. MARCO TEORICO.

Dado el alto nivel de competitividad en el mercado nacional e internacional, las compañías necesitan abatir sus tiempos de producción. La aplicación de los sistemas computacionales para el diseño y la producción han tenido un amplio desarrollo y se han extendido a diversos sectores productivos.

Uno de los principios fundamentos de la industria moderna es: *Nunca se debe considerar los procesos de producción como definitivos o acabados*. Su base técnico-científica es revolucionaria, generando así, el problema de la obsolescencia. Así desde esta perspectiva se afirma que todas las formas de producción anteriores a la industria moderna fueron esencialmente conservadoras, que debe ampliarse a toda la estructura económica de las sociedades modernas. Por ello la innovación es, por definición, negación, destrucción, cambio, la transformación es la esencia permanente de la modernidad.

El desarrollo de nuevas tecnologías, es el provocador para una revolución industrial de innovaciones, que crea bienes y servicios, mejorando el nivel y la calidad de vida.

Este desarrollo se origino con la **Primera Revolución industrial**, conocida como *Revolución Científico Tecnológica (RCT)*. En la actualidad, el 85% de todos los científicos que han vivido a lo largo de toda la historia cuentan con herramientas más avanzadas y mayor creatividad. Ello ha conducido a que la tasa de cambio técnico-científica sea más rápida que en el pasado.

El término Revolución Industrial sólo se utiliza para los Estados que pusieron en marcha el proceso. Se utiliza el de industrialización para los demás estados que van importando las nuevas técnicas. Esta técnicas se importan por factores: *endógenos* ó *internos* (inventos e innovaciones, políticas adecuadas, dinamismo en los empresarios, acumulación de capital), y *exógenos* ó *externos* (transportes, crecimiento de la población, modernización de la agricultura, educación)

La automatización dará a una empresa un proceso de mecanización de las actividades industriales para reducir la mano de obra; lo que indica que se va dar un proceso más rápido y eficiente.

Al darse una mayor eficiencia en el sector de la maquinaria, se dará mayor calidad en los productos, mediante la exactitud de los procesos ó las maquinas automatizadas; lo que ayudará a que aumente toda su competitividad.

La automatización genera actividades como: investigación, desarrollo y de extensión, aplicaciones al control automático, teoría de señales, identificación, modelamiento e Instrumentación.

A pesar de existir en el país, un elevado número de industrias en todos los campos de la producción, la gran mayoría no está en capacidad de competir en los *Mercados Internacionales*, en cantidad como en calidad debido al parque de máquina y equipo empleados. La mayoría de ellas con una alta participación manual en sus procesos. Donde su rendimiento es mínimo y no hay homogeneidad en los bienes producidos. Existen soluciones viables para que cada uno de los grupos o niveles tecnológicos y aprovechando sus propias máquinas y equipos, Implanten una automatización acorde a sus condiciones.

Según la importancia de la automatización, se distinguen los siguientes grados:

- Aplicaciones en pequeña escala como mejorar el funcionamiento de una maquina.
- Procesos automáticos en cadena errada con posibilidad de autocontrol y autocorrección de desviaciones.

Para la automatización de procesos, se desarrollaron máquinas operadas con Controles Programables (PLC). Para la información de las etapas de diseño y control de la producción se desarrollaron programas de computación para el dibujo (CAD), para el diseño (CADICAE), entre otros.

La automatización sustituye a un alto porcentaje de fuerza laboral no calificada, reduciendo la participación de los salarios en los costos de producción. La automatización electromecánica tradicional ya ha reducido significativamente la participación de este costo. Sin embargo, existen otros costos, cuya reducción es lo que provee verdadera competitividad a la empresa. Entre estos costos está: *Trabajo indirecto, Administración control de calidad compras de insumos, Flujos de información, Demoras de proveedores, Tiempos muertos por falta de flexibilidad y adaptabilidad*, etc. Estos son los costos que pueden ser reducidos por las nuevas tecnologías de automatización, permitiendo: Mayor continuidad, Intensidad y control Integrado del proceso de producción, Mejor calidad del producto y reducción significativa de errores y rechazos, y a Mayor flexibilidad y adaptabilidad de la producción a medida y en pequeños lotes de producción.

La mayor calidad en los productos se logra mediante exactitud de las máquinas automatizadas y por la eliminación de los errores propios del ser humano; lo que a su vez repercute en grandes ahorros de tiempo y materia al eliminarse la producción de piezas defectuosas.

La flexibilidad de las máquinas permite su fácil adaptación tanto a una producción individualizada y diferenciada en la misma línea de producción, como un cambio total de la producción. Por estas razones, la inversión en tecnología de automatización no puede ser considerada como cualquier otra Inversión, sino como una necesaria estrategia de competitividad. No Invertir en esta tecnología, Implica un riesgo alto de rápido desplazamiento por la competencia.

A continuación nos adentraremos en los sistemas automatizados.

¿Que es un sistema automatizado?

Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- **Parte de Mando:** Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada, como los accionadores de las máquinas (motores, cilindros, compresores) y los captadores (fotodiodos, finales de carrera...etc.)
- **Parte Operativa:** Suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos. (Tecnología cableada) En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable esta en el centro del sistema.

Objetivos de la automatización.

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

¿Que es un autómatas programable industrial (API) o Programmable logic controller (PLC)?

Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

Campos de aplicación.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ventajas e inconvenientes.

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones nos obligan a referir a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

Ventajas

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminará parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

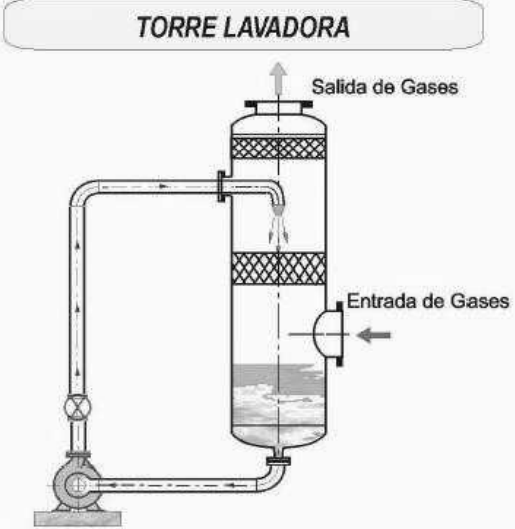
Inconvenientes.

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente esta solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El coste inicial también puede ser un inconveniente.

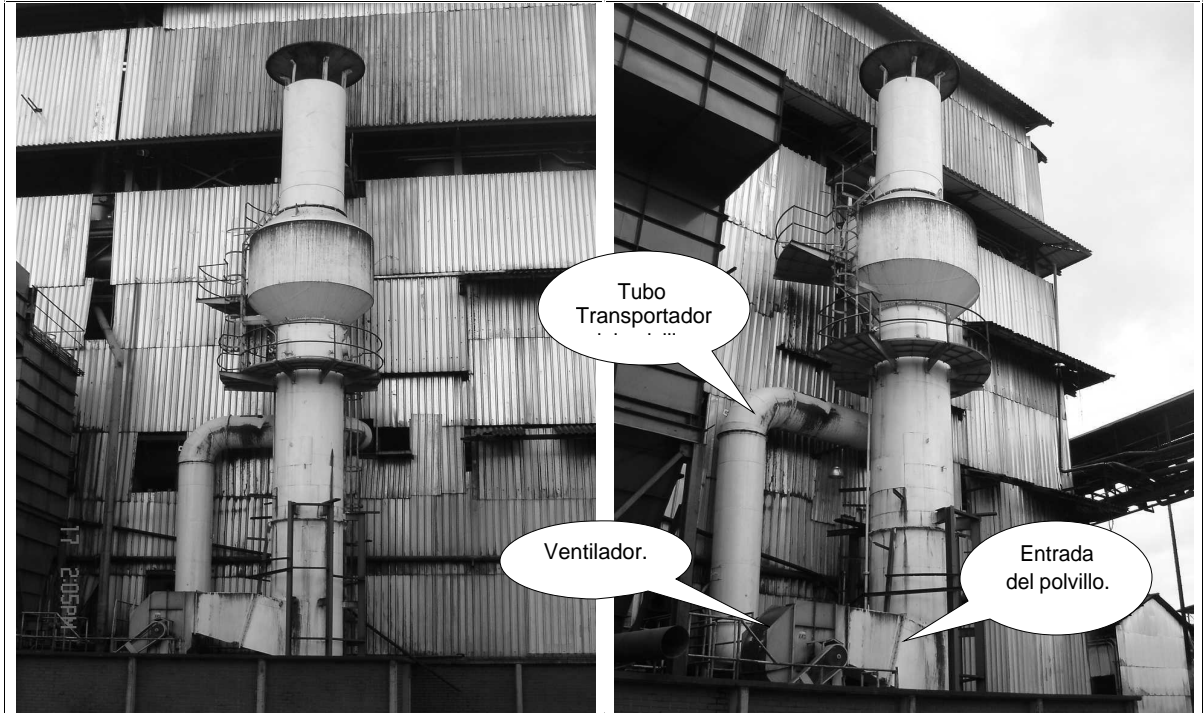
6. ANTECEDENTES.

6.1. DESCRIPCION DEL PROCESO.

6.1.1. El Lavador de Gases.

 <p style="text-align: center;">TORRE LAVADORA</p> <p>Salida de Gases</p> <p>Entrada de Gases</p>	<p>DESCRIPCION:</p> <p>Los Lavadores de Gases son aparatos donde se establecen un íntimo contacto entre una corriente de gas, que contiene un contaminante (no es nuestro caso), y otra de liquido; la cual consigue disolver o abatir a la sustancia que se pretende eliminar.</p> <p>Puede clasificarse en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ventilador _ Lavadora a Jet. • Lavador Venturi. • Torre Lavadora. <p>El Lavador de Gases fue implementado con el objetivo de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No contaminar el medio ambiente con el polvillo de azúcar. • No ensuciar algunas zonas del ingenio las que se necesitan limpias. • Reutilización del polvillo de Azúcar para la fabricación de azúcar.
--	---

.1.2. Ubicación del Lavador de Gases.

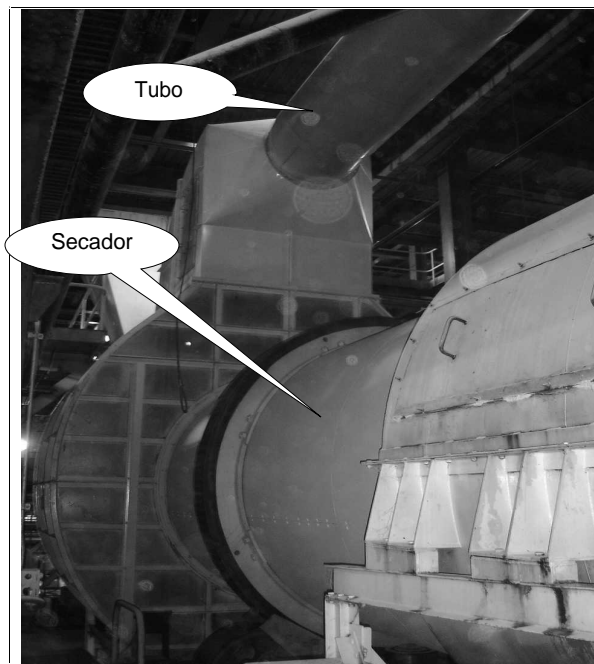


DESCRIPCION:

El **Lavador de Gases** se encuentra en la parte externa del la **Refinería**.

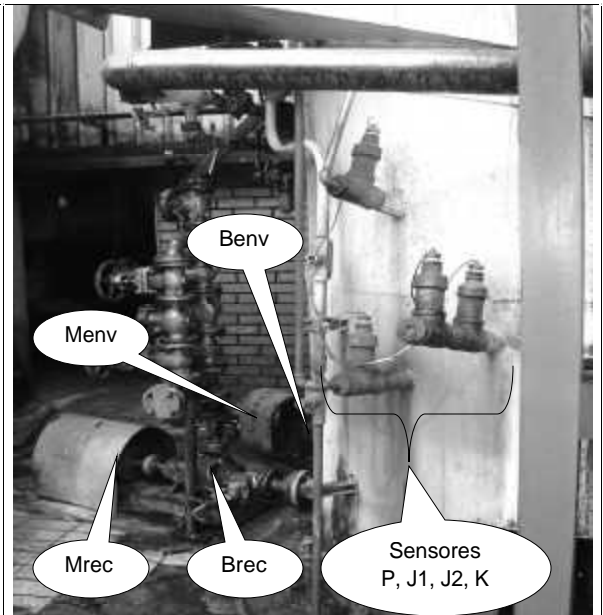
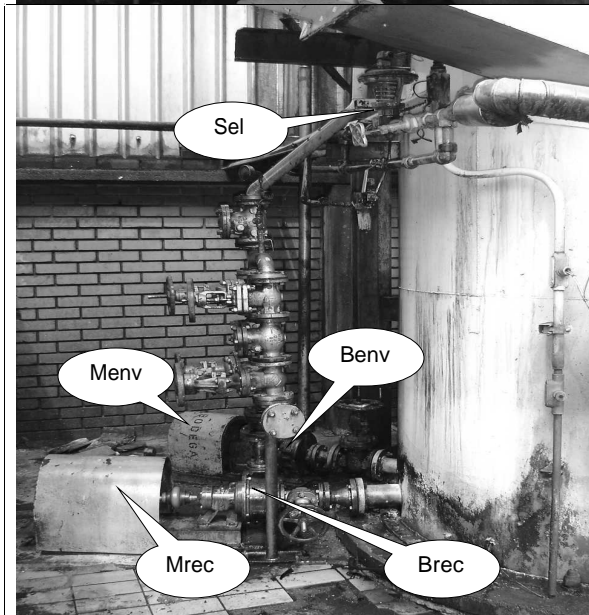
Es de color blanco.

6.1.3. Partes del Lavador de Gases.



DESCRIPCION:

- 1) Es de color amarillo, es el proceso llamado **MAUSA**, es aquí donde se seca el azúcar, y el que origina el polvillo que se usa en el **Lavador de Gases**.
- 2) Es de color blanco, está en la parte superior de la imagen es el tubo que transporta el polvillo.



DESCRIPCION:

- 1) De color amarillo son los motores:
 - Motor de Recirculación. (Mrec)
 - Motor de Envío. (Menv)
- 2) De color azul las bombas:
 - Bomba de Recirculación. (Brec)
 - Bomba de Envío. (Benv)
- 3) De color abano la Selenoide. (Sel)
- 4) De color café los Sensores. (P, J1, J2, K)

6.1.4. Descripción - Proceso de operación de **Lavador de Gases**.

- Con el nivel de agua bajo.
 - La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.
 - La **Bomba de Recirculación** está apagada.
 - La **Selenoide** está energizada para permitir la alimentación de agua al tanque.
 - El **Temporizador** no actúa.
- Con el nivel de agua intermedio.
 - La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.
 - La **Bomba de Recirculación** está prendida.
 - La **Selenoide** continua energizada.
 - El **Temporizador** no actúa
- Con el nivel de agua alto.
 - La **Bomba de Envío** de agua azucarada al proceso estará accionada, sí el **Temporizador** esta accionado para contar el tiempo del ciclo de envío al proceso (Tiempo al que debe entrar la Bomba de Envío al proceso) el cual fue ajustado (entre 2,3 o 4 horas dependiendo de la cantidad de polvillo se genere)
 - La **Bomba de Recirculación** continua prendida.
 - La **Selenoide** estará apagada.

A escala nacional y regional no se conocen estudios para el desarrollo de este proceso, lo que nos indica que sería pionero en nuestro país y posiblemente en esta parte del continente americano.

La investigación que hemos desarrollado nos demuestra que esta modernización podría ser muy innovadora para el mercado del entorno de la industria azucarera.

En conclusión, este problema trae como resultado:

- Descompensaciones en las secuencias de programación.
- Paros continuos.
- Contaminación continua del medio ambiente.
- Puesta a punto y cambios de parámetros.
- El sistema no funciona como fue diseñado por mas de un año.
- Los operarios lo emplean manualmente.
- Ocasiona perdida del material lavado, por ser manual, ya que los operarios se olvidaban de este proceso.

7. OBJETIVO GENERAL.

- Rediseñar y mejorar el sistema de control del **Proceso del Lavador de Gases**.

8. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Modificar el sistema de control electromecánico de la maquina.
- Diseño de la secuencia lógica para el **PLC**.
- Reducir tiempos de paro de la maquina.
- Reducir los costos de mantenimiento de la maquina.
- Incrementar el rendimiento general de la maquina.
- Ensamblar el dispositivo y realizar las respectivas pruebas para mejorar los tiempos de la maquina.
- Todos los elementos que integran el proyecto serán de fácil consecución nacional, facilitando así la obtención de los mismos y contribuir así a la economía nacional y regional.

- El éxito del proyecto como este incentivara a las grandes empresas de nuestra región en buscar soluciones a sus problemas apoyado en el desarrollo de tecnología en el ámbito nacional.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Electrónica para realizar un diseño competitivo y que satisfaga las necesidades de los usuarios, y así sea un proyecto exitoso en el mercado.

9. JUSTIFICACION.

El mundo se esta transformando continuamente y el ser humano tiene que ir de la mano de este cambio, como las empresas (*Ingenios*) están conformadas por humanos, las empresas también tienen que ir con este proceso.

El mundo exige calidad en los procesos, desde lo mas simple hasta los complicado, por que así es la vida, también en las empresas esa exigencia esta presente, por eso se desarrollo através de su evolución, tecnologías que lo llevaran a este fin; uno de estas tecnologías con llevaron a la creación de los *Sistemas de control automatizado*.

Debido a que, los procesos se encuentran dentro de un ambiente hostil, corrosivo y saturado de partículas en suspensión, dentro de las empresas, sumado a esto, los sistemas de control basados en lógica cableada y electromecánica que pertenecen a la generación tecnológica anterior se encuentran ya obsoletos, presentan constantes averías y requieren de un mantenimiento constante y complicado; es inminente, entonces, diseñar procesos y maquinaria de poco mantenimiento que permita un alto rendimiento para mantener unos niveles de producción acordes con el mercado.

La realización de un proyecto de este tipo; trae múltiples beneficios en el ámbito social y productivo, podríamos nombrar entre otros los siguientes beneficios:

- Mejorar los tiempos de producción.
- Se mejora las condiciones de seguridad para la maquina y sus operarios.
- Se disminuyen los costos de mantenimiento de la maquina, ya que se utilizan menos personal para este.
- En el ámbito personal:
 - Se incursiona en el mundo de los Sistemas de Control Automático.

- Se observa la infraestructura en la Implementación del Sistemas de Control Automático.
- Dar charlas educativas sobre los Sistemas de Control Automático a los empleados interesados.
- Se observa y se plantea, usos de los Sistemas de Control Automático en el ingenio, por ejemplo: *Control del Elevador de Carga, Control Eléctrico del Horno del Templado de Metales, Control Eléctrico de la Planta de Floculante, etc.*

10. METODOLOGÍA.

10.1 OBTENCIÓN DE DATOS PRIMARIOS.

- 10.1.1. Observación del problema en el sitio de trabajo.
- 10.1.2. Conocer el proceso.
- 10.1.3. Identificación de las partes del Sistema o Proceso.
- 10.1.4. Identificación de medidas. (Tiempos del proceso)

10.2 DESARROLLO CONCEPTUAL.

- 10.2.1. Estudio de equipos de Sistemas de Control Automático usados en el ingenio.

10.3 DISEÑO A NIVEL DE SISTEMA.

- 10.3.1. Diseño del nuevo Sistema de Control.
- 10.3.2. Algoritmo o secuencia lógica respectiva del nuevo sistema.
- 10.3.3. Simulación del Diseño.
- 10.3.4. Refinamiento del Diseño Industrial.
- 10.3.5. Establecimiento de especificaciones finales del diseño.
- 10.3.6. Ensamblaje del nuevo sistema.

10.4 PRUEBA Y REFINAMIENTO.

- 10.5.1. Implementación del Sistema de Control en el sitio de trabajo.
- 10.5.2. Realización de pruebas y desempeño.
- 10.5.3. Implementación de cambios en el diseño.
- 10.5.4. Refinamiento del proceso de producción.

10.5. INFORME FINAL.

- 10.6.1 Entrega de manuales a los jefes de la sección.

11. CRONOGRAMA.

	Primer mes				Segundo mes				Tercer mes				Cuarto mes			
Etapas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	■															
2	■	■														
3			■	■												
4				■	■											
5						■	■									
6							■	■								
7								■	■	■						
8										■	■	■	■			
9												■	■	■	■	
10															■	■

Etapas del Proyecto.

- | | | | |
|----|--|-----|---|
| 1. | Planteamiento de la misión del proyecto. | 6. | Análisis de la Arquitectura del Producto. |
| 2. | Identificación de necesidades. | 7. | Diseño Industrial. |
| 3. | Especificaciones preliminares del dispositivo. | 8. | Diseño para Manufactura. |
| 4. | Generación de Conceptos. | 9. | Modelado.. |
| 5. | Selección de Conceptos. | 10. | Diseño detallado. |

12. PRESUPUESTO.

Duración del proyecto: 4 meses

12.1. COSTOS DIRECTOS.

Gastos personales (grupo de diseño)		
Descripción	Valor	Justificación
Alimentación	\$300.000=	Tiquetera para almorzar.
Unidad de almacenamiento USB	\$60.000=	Para descargar la evolución del proyecto.
Otros	\$30.000=	Uso de Internet y papelería en casa.
Eps	\$00.000=	Proporcionado por INCAUCA S.A.
Transporte	\$00.000=	Proporcionado por INCAUCA S.A.
Internet	\$00000=	Proporcionado por INCAUCA S.A.
Papelería	\$00.000=	Proporcionado por INCAUCA S.A.
Servicio telefónico	\$00.000=	Proporcionado por INCAUCA S.A.
Total	\$390.000=	

12.2. COSTOS INDIRECTOS.

Costos para Prototipo.			
Materiales eléctricos.			
Descripción.	Cantidad	Valor.	
MODULO LOGICO LOGO!	1	V. Unidad: \$331.870=	\$331.870=
MODULO DE EXPANSIÓN PARA MODULO LOGICO LOGO!	1	V. Unidad: \$331.870=	\$244.900=
ARRANCADOR MAGNETICO G.E. TAMAÑO 1. BOBINA 110.	1	V. Unidad: \$244.900=	\$430.300=
ARRANCADOR MAGNETICO G.E. TAMAÑO 2. BOBINA 110.	1	V. Unidad: \$430.300=	\$56.060=
INTERRUPTOR MULETILLA 3 POSICIONES	1	V. Unidad: \$56.060=	\$59.800=
PULSADOR ARRANQUE G.E. 30mmtrs	2	V. Unidad: \$29.900=	\$59.800=
PULSADOR PARADA G.E. 30mmtrs	2	V. Unidad: \$29.900=	\$37.380=
LUZ PILOTO ELECTRICO 30mmtrs BCP	7	V. Unidad: \$5.340=	\$76.800=
RATING PLUGS 30 ^a	1	V. Unidad: \$76.800=	\$70.530=
BORNE DE CONEXIÓN PARA CABLE.	30	V. Unidad: \$2.351=	\$4.118=
RIEL OMEGA RANURADO.	1	V. Unidad:	\$33.855=

		\$4.118=	
RELE DE 11 PINES CON BASE.	3	V. Unidad: \$11.285=	\$813.400=
BREAKER G.E. 480V, 3 x 30 ^a mp.	2	V. Unidad: \$406.700=	\$89.000=
TRANSFORMADOR 200VA	1	V. Unidad: \$89.000=	\$407.000=
BREAKER G.E. 480V, 3 x 15 ^a mp.	1	V. Unidad: \$407.000=	\$376.800=
Materiales mecánicos.			
COFRE EN ACERO. 30 x 70 x 100 cmtrs	1	V. Unidad: \$376.800=	\$3´423.483=
Subtotal			\$3´423.483=
Total			3´423.483

NOTA:

- Para INCAUCA S.A. el pasante obtiene un sueldo (\$408.000), es de allí de donde vendrán los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

13. FINANCIACION.

- La financiación del proyecto de diseño será asumida en un 100% por Incauca S.A. requiriendo únicamente de un asesor por parte de la universidad

14. BIBLIOGRAFIA.

- Automatización Industrial. Sinexi S.A., Lucas Morea, 1997, [consultado en línea en marzo, 2006]. Disponible en internet: <http://www.monografias.com/trabajos6/auti/auti.shtml>
- Revolución Industrial. Wikimedia Foundation, Inc. Disponible en Internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Revoluci%C3%B3n_Industrial
- PDF LAVADOR DE GASES, EQUIREPSA TECNOLGIA DE VACIO – INGENIERIA Y EQUIPOS, WWW.equirepsa.com48

Anexo 2. Informe final

MODERNIZACION DEL CONTROL ELECTRICO DEL PROCESO DEL LAVADOR DE GASES.

JAVIER ALBERTO SALGADO GARCES.

Universidad Autónoma de Occidente, Campus Valle del Lili KM 2 VIA JAMUNDÍ,
www.uao.edu.co, Cali – Colombia

En este proyecto de diseño se plantea la solución a un problema existente en la planta de refinería de Incauca S. A; Donde sé rediseño totalmente el sistema electromecánico del proceso del **Lavador de Gases**, se diseño un nuevo tablero de control que facilita la interfaz hombre-maquina para que el proceso sea más amigable al operarlo.

En la solución planteada se diseño un sistema de control lógico secuencial para el control de las funciones del proceso según sus variables (*nivel*), implementados mediante un **PLC**, respectivamente, de marca Siemens.

1. INTRODUCCION

Dentro de la industria mundial se ha venido planteado retos a solucionar y presentándose una constatación de evolución y mejoramiento hacia optimizar los procesos que se realizan, ya sean simples o complejos.

Estos retos se han planteado primordialmente a la Educación Superior y esta orientada principalmente a los diferentes tópicos que a esta le incumben, es decir, a las distintas carreras que posee.

La solución de estos retos conlleva a la presentación de proyectos con diferentes desarrollos y tecnologías; con el fin de buscar el bien común y ser consecuente con la inversión social de la que somos objetos.

Uno de estos retos que se imponen en el mundo es el mercado; mercado que exige procesos de mayor calidad. En el Ingenio del CAUCA S.A., se

ha presentado un inconveniente con los controles eléctricos de algunos procesos que intervienen en la producción de azúcar y sus otros productos, ya sea por que:

- Su sistema de control eléctrico a través del tiempo se a quedado obsoleto ó.
- Las condiciones del lugar se han vuelto un peligro para las maquinas y el personal que opera estas mismas.

El propósito del proyecto es reemplazar el sistema de control antiguo por un sistema más confiable, seguro y mejorar los tiempos de producción.

Para resolver este inconveniente nos apoyaremos en los sistemas de control automático para la industria, conocidos como **PLC**.

Con este proyecto se conocerá este fascinante mundo; el de los sistemas de control automático.

2. PROBLEMA DEL PROYECTO

El problema del **Proceso del Lavador de Gases** consiste en que no funciona desde hace más de un año el sistema de control cableado (Fig 1.), por las condiciones del lugar de trabajo de este mismo. Esto ha ocasionando que su desempeño y mantenimiento en el ingenio no sea lo óptimo para lo que originalmente fue creado



Fig 1.

Por tal razón este sistema es operado manualmente, el cual es una carga para los operarios, ya que estos tienen en sus manos otros procesos que son más importantes en el ingenio, llegando a descuidar este proceso.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

3.1. Objetivo general

Rediseñar y mejorar el sistema de control del **Proceso del Lavador de Gases**.

3.2. Objetivos específicos.

- Modificar el sistema de control electromecánico del proceso.
- Diseñar la secuencia lógica para el **PLC**.
- Reducir los costos de mantenimiento del proceso.
- Incrementar el rendimiento general del proceso.

- Ensamblar el dispositivo y realizar las respectivas pruebas para mejorar los tiempos del proceso.
- Todos los elementos que integran el proyecto serán de fácil consecución nacional, facilitando así la obtención de los mismos y contribuir así a la economía nacional y regional.
- El éxito del proyecto como este incentivara a las grandes empresas de nuestra región en buscar soluciones a sus problemas apoyado en el desarrollo de tecnología en el ámbito nacional.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Electrónica para realizar un diseño competitivo y que satisfaga las necesidades de los usuarios, y así sea un proyecto exitoso en el mercado.

4. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El mundo se esta transformando continuamente y el ser humano tiene que ir de la mano de este cambio, como las empresas (*Ingenios*) están conformadas por humanos, las empresas también tienen que ir con este proceso.

Los seres humanos exigen calidad en los procesos, desde lo más simple hasta lo más complejo, por que así es la vida. También en las empresas esa exigencia esta presente, por eso se desarrolló, a través de su evolución, tecnologías que la llevaron a este fin; una de esas fue la creación de los *Sistemas de control automatizado*.

Los procesos industriales se encuentran en un ambiente hostil, corrosivo y saturado de partículas en suspensión dentro de las empresas, sumado a esto, los sistemas de control, basados en lógica cableada y electromecánica, que pertenecen a la generación tecnológica anterior se encuentran ya obsoletos y presentan constantes averías por lo cual requieren de un mantenimiento constante y complicado; Es inminente, entonces, diseñar procesos y maquinaria de menor mantenimiento que permita un mayor rendimiento y así mantener unos niveles de producción acordes con el mercado. La realización de un proyecto de este tipo; trae múltiples beneficios en el ámbito social

y productivo, podríamos nombrar entre otros los siguientes beneficios:

- Mejorar los tiempos de producción.
- Optimizar las condiciones de seguridad para la maquina y sus operarios.
- Disminuir los costos de mantenimiento de la maquinaria, al utilizar menos personal para este.

5. MARCO TEORICO-CONCEPTUAL

5.1. ¿Que es un sistema automatizado?

Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

Partes de un sistema automatizado. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- *Parte de Mando:* Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada, como los accionadores de las máquinas (motores, cilindros, compresores) y los captadores (fotodiodos, finales de carrera, etc.)
- *Parte Operativa:* Suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos. (Tecnología cableada) En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable esta en el centro del sistema.

Objetivos de un sistema autómata. Los objetivos de un sistema autómata son:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.

- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

5.2. ¿Que es un autómata programable industrial (API) o Programable logic controller (PLC)?

Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

Campos de aplicación. El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Ventajas e inconvenientes. No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de modelos existentes en el mercado y las innovaciones técnicas que surgen constantemente. Tales consideraciones nos obligan a referir a las ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

Ventajas.

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminará parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Inconvenientes. Como inconvenientes podríamos hablar de:

- De que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El coste inicial también puede ser un inconveniente.

5.3. LOGO!

Definición. De la familia de los PLC (Program Logic Control). Es un dispositivo electrónico diseñado para el control de dispositivos electromecánicos por medio de combinaciones, secuencias o regulaciones.

Desempeño. Se crea para:

- Resuelve tareas de instalación y de ámbito doméstico.
- La construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos.
- Controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el preprocesamiento de señales en controles mediante la conexión de un módulo de comunicaciones.
- Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos.

Modelos. Los modelos en el mercado más usados son:

➤ Módulos PC:

- LOGO! Basic: 8 entradas y 4 salidas.
- LOGO! Pure: 8 entradas y 4 salidas.

➤ Módulos de Expansión:

- Módulos digitales LOGO!
- Módulos analógicos LOGO!
- Módulos de comunicación (CM) LOGO!

Estructura. Se refiere a su apariencia o presentación al cliente:

- Alimentación de tensión.
- Entradas: 12 V DC, 24V DC, 24 V AC, 115...240 V AC/DC.
- Salidas: Reles (10A, 230V AC), Transistores (0.3A, 24V DC)
- Pantalla LCD.
- Panel de mando crea los programas del dispositivo

Programación. Para programar un módulo, hay dos maneras:

- Directamente en el modulo. Por medio del panel de control.
- Por medio del software *LOGO!SOFT comfort*.

6. MARCO CONTEXTUAL

El proyecto se realiza en la zona de la Refinería del Ingenio del Cauca S.A. que esta ubicado en el corregimiento de Miranda – Cauca.

El proceso del **Lavador de Gases** esta localizado en la parte externa del primer piso de la **Refinería** que consiste de un edificio de 4 pisos. A este Lavador de Gases le llega el subproducto del secado del azúcar producido en un proceso llamado **MAUSA**, que es un horno rotatorio (Fig 2.).



Cuadro grande **Refinería** – Cuadro pequeño **Lavador de Gases**



MAUSA

Fig 2.

7. METODOLOGIA.

7.1. Obtención de datos.

Observación del problema. El **Lavador de Gases** es un cilindro metálico, conocido como Torre Lavadora (Fig 3.) este aparato establece un íntimo contacto entre una corriente de gas, que contiene un polvo de azúcar, y otra de liquido agua caliente; la cual consigue disolver o abatir a la sustancia que se pretende eliminar.

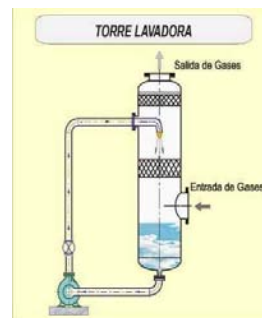


Fig 3.

El **Lavador de Gases** fue implementado con el objetivo de:

- Evitar la contaminación del medio ambiente con el polvillo de azúcar.
- Mantener limpias algunas zonas de la Refinería.
- Reutilizar el polvillo de Azúcar para la fabricación de azúcar.

El Control del lavador de gases se encuentra en el primer piso en la parte interna de la **Refinería**, rodeado de bandas que transportan el azúcar produciendo un polvo que descargan al ambiente ocasionando que el sistema de control se salga de línea, funcionando solo en forma manual (fig. 4.).



Fig. 4.

Se pidieron los planos eléctricos (fig. 5.) de este, para ver su funcionamiento y relación con los elementos de la caja de control (*se cree que no se podía hacer este estudio, ya que la caja por su estado no permitiría, ver fig. 1*); lo que se encontró, fueron unos planos en mal estado. Por lo que se tomó la decisión de empezar desde cero.

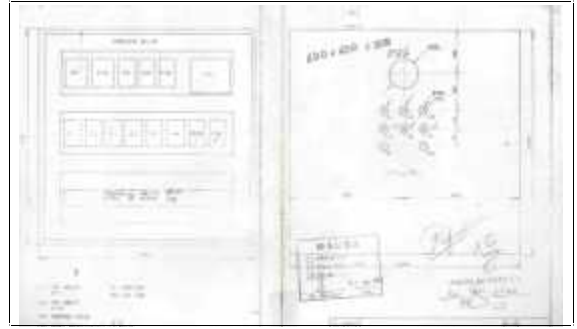


Fig. 6.

Identificación de las partes del sistema o proceso.

Las partes del proceso son las siguientes:

- Es de color amarillo, es el proceso llamado **MAUSA**, es aquí donde se seca el azúcar, y el que origina el polvillo que se usa en el **Lavador de Gases** (Fig 7.).
- Es de color blanco, está en la parte superior es el tubo que transporta el polvillo (Fig 8.).

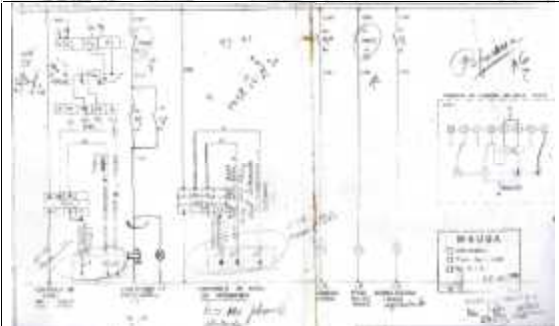
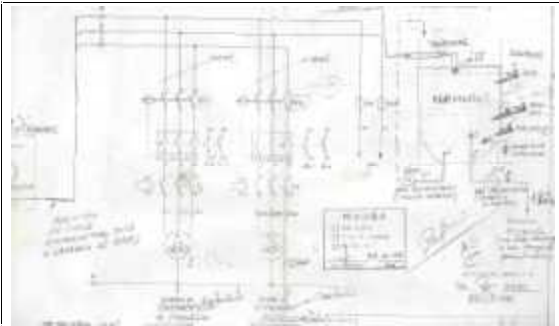


Fig. 7.



Fig 8.

- De color amarillo son los motores:
 - Motor de Recirculación. (Mrec– Fig 9.)
 - Motor de Envío. (Menv– Fig 9.)
- De color azul las bombas:
 - Bomba de Recirculación. (Brec – Fig 9.)
 - Bomba de Envío. (Benv – Fig 9.)
- De color abano la Selenoide. (Sel – Fig 9.)
- De color café los Sensores. (P, J1, J2, K – Fig 10.)



Fig. 9.



Fig. 10.

Conocer el sistema o proceso. Si el sistema estuviera en perfectas condiciones debería realizar el siguiente proceso:

- Con el nivel de agua bajo.
 - La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.
 - La **Bomba de Recirculación** está apagada.
 - La **Selenoide** está energizada para permitir la alimentación de agua al tanque.
 - El **Temporizador** no actúa.
- Con el nivel de agua intermedio.
 - La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.
 - La **Bomba de Recirculación** está prendida.
 - La **Selenoide** continúa energizada.
 - El **Temporizador** no actúa.
- Con el nivel de agua alto.
 - La **Bomba de Envío** de agua azucarada al proceso estará accionada, si el **Temporizador** esta accionado para contar el tiempo del ciclo de envío al proceso (Tiempo al que debe entrar la Bomba de Envío al proceso) el cual fue ajustado (entre 2,3 o 4 horas dependiendo de la cantidad de polvillo se genere)
 - La **Bomba de Recirculación** continúa prendida.

- La **Selenoide** estará apagada.



Identificación de medidas. Las únicas medidas que se utiliza son los tiempos de llenado y vaciado que son T_{ll} : de 13' a 15' dependiendo de la cantidad de liquido caliente, y T_v : esta entre 3' a 4',30".

No se necesita saber la capacidad del tanque del lavador, ya que es controlador por niveles, ni la cantidad de polvillo producido por la **MAUSA**.

7.2. Desarrollo conceptual.

Estudio de equipos de Sistemas de control automático usados en el ingenio. En el ingenio los encargados de manipular los autómatas o PLC son los del Taller Eléctrico a cargo del Ingeniero Eléctrico **ARBEY ANGRINO PERERIRA** y su subordinado **JARVIBALANTA**, ellos utilizan los PLC Allen Bradley. y Siemens

Por parte de los Allen Bradley. podíamos usar:

- Micrologix 1000 - 1200 – 1500.

Por parte de los Siemens. podíamos usar:

- Logo! – s7200 – s7300.

Al observar sus fichas técnicas y por sugerencia de estas dos personas, se tomó

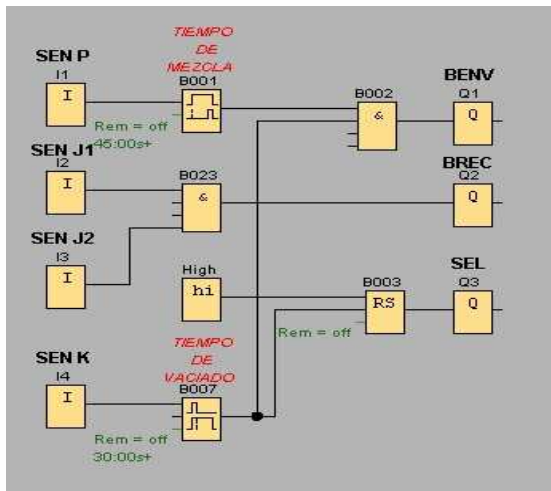
la decisión de usar la marca Siemens y su producto **Logo!**

7.3. Diseño a nivel de sistema.

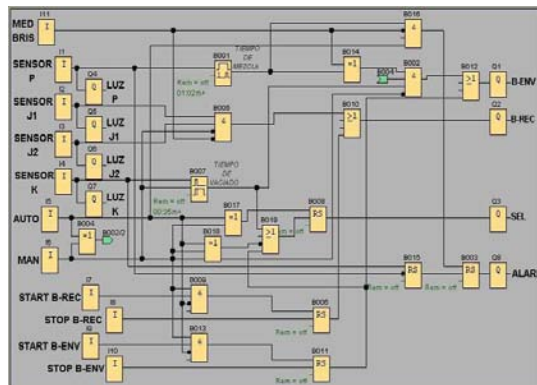
Diseño del nuevo sistema de control. El nuevo sistema debe estar en un armario de acero capas de protegerlo del medio ambiente tan “corrosivo” para los equipos que acompañen al PLC (**Logo!**) y a el mismo.

Algoritmo o secuencia lógica respectiva del nuevo sistema. El algoritmo se desarrollará en la herramienta de trabajo **LOGO!SOFT comfort**. La idea original es seguir el proceso original e ir introduciendo reformas

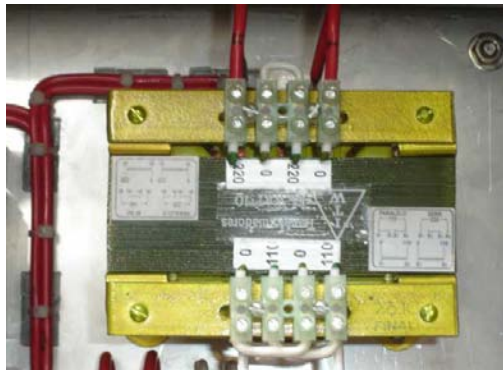
Partiendo de este principio se creo la siguiente secuencia:



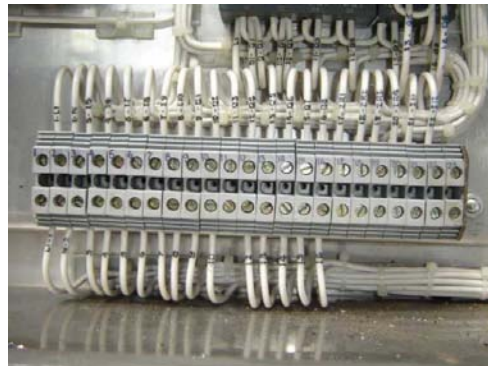
Hay que entender que los tiempos que aparecen no son los reales, son los usados para simular. Después se perfecciono hasta llegar a la secuencia que actualmente posee, que es:



TRANSFORMADOR DE CONTROL.



BORNERA.



RELEES.



MULETILLA, PILOTOS Y PULSADORES.



Ensamblaje del nuevo sistema.

LOGO! Y MODULO DE EXPANSIÓN.



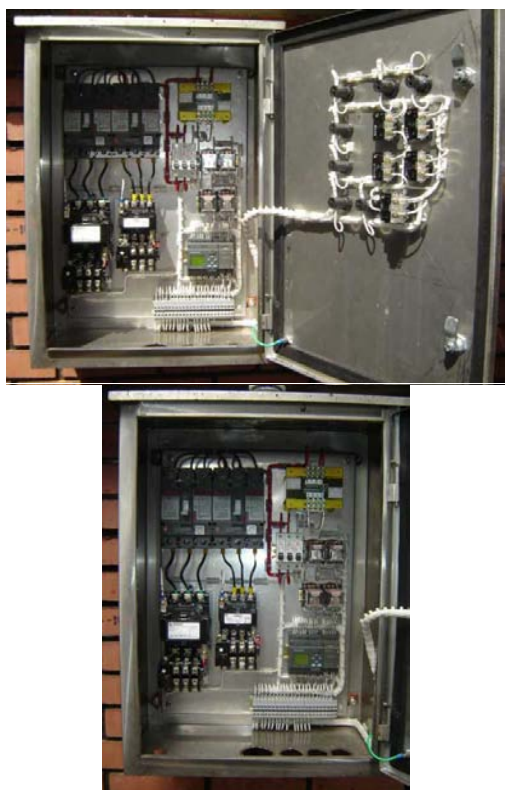


Fig. 11.

7.4. Prueba y refinamiento.

Implementación del sistema de control en el área de trabajo. Se toma la alimentación de los 440 V del Cuarto de Control Maestro ó CCM de la **REFINERIA** que se encuentra en la parte interna de ella en el primer piso y por medio de una acometida se lleva a la nueva caja de control, la cual se encuentra en la pared contigua del **Lavador de Gases** (Fig 12).



Fig. 12.

Este voltaje es compartido entre los **BREAKER G.E** (480V – 30A) que alimentara a los **ARRANCADORES G.E**, (tamaño 2 y 1) y el **TRANSFORMADOR DE CONTROL** (200 VA) que inducirá un voltaje de 110V para los otros dispositivos (**RELEES**, **LOGO!**, **EXPANSION DEL LOGO!**, **BORNERA**), pero antes de alimentar estos dispositivos se coloca **MINIBREAKERS** (100V – 3A) para la protección de ellos. Al **Lavador de Gases** se tubo que sacar de servicio uno de los Sensores de nivel (el mas bajo, **Sensor P**), para permitir que el tanque quedará con una carga neutra para poder activarlos **RELEES** cada vez que el líquido llegara a los otros **ELECTRODOS**, por lo tanto el **Lavador de Gases** paso de 4 Sensores a tener 3, lo que provoco cambiar las entradas originales de la secuencia de control en el **Logo!** de 4 a 3 y dejar sin emplear uno de los **RELEE**.

La secuencia final (Fig 13) creada para este sistema es descargada por medio de un portátil (marca DELL) en el sitio de trabajo del **Lavador de Gases**; como ese día la **REFINERIA** esta en funcionamiento se harán las pruebas respectivas el día de paro que son todos los lunes.

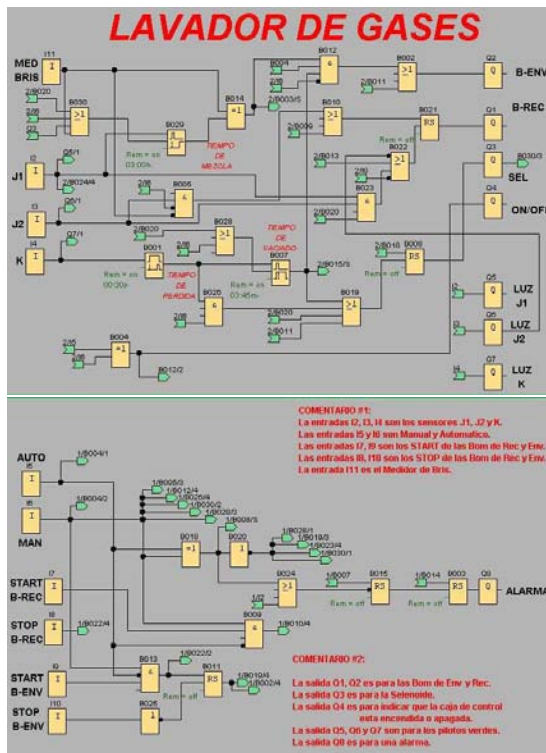


Fig 13.

Refinamiento de la secuencia o algoritmo. En esta etapa del proyecto lo que se hizo fue corregir los tiempos de simulación y corregir los tiempos de la maquina dependiendo de su desempeño. Al principio se hicieron pruebas de corto tiempo que duraban entre 3' y 5', con esto se pudo observar si los elementos electromecánicos estaban bien conectados y hacer las respectivas adecuaciones.

Se detecto que la conexión de los **RELEES** estaba mal hecha y también cuando el programa corría, las salidas del **Logo!** accionaban las **BOMBAS** al contrario, por lo que se cambio en la programación la salida de la **BOMBA DE ENVIO** y **BOMBA DE RECIRCULACION**.

También se observo que había una perdida de fluido en el **Lavador de Gases**, el cual se corrigió colocando un temporizador que permitiera tener una cantidad de fluido en el tanque para compensar estas perdidas.

Refinamiento del proceso. Actualmente el sistema funciona con la siguiente secuencia:

Cuando esta operando en modo **AUTOMATICO**:

- Con el nivel de agua bajo (Sensor J1).

- La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.
- La **Bomba de Recirculación** está apagada.
- La **Selenoide** está energizada para permitir la alimentación de agua al tanque.
- El **Temporizador** no actúa.

- Con el nivel de agua intermedio (Sensor J2).

- La **Bomba de Envío** al proceso está apagada.
- La **Bomba de Recirculación** está prendida.
- La **Selenoide** continúa energizada.
- El **Temporizador** no actúa

- Con el nivel de agua alto (Sensor K).

- La **Bomba de Envío** de agua azucarada del proceso estará accionada, solo si el **Temporizador** a acabado de contar el cual que fue ajustado (3 horas)
- La **Bomba de Recirculación** continúa prendida y se apagará cuando el nivel de agua ha llegado al sensor J2.
- La **Selenoide** estará apagada y solo entrara en funcionamiento, solo si el tiempo de vaciado se ha cumplido (3' 45").

Cuando esta operando en modo **MANUAL**:

- La **Selenoide** siempre estará energizada, solo se apagará cuando el nivel de agua llegue al sensor K ó cuando se oprima el **START** de la **BOMBA DE ENVIO (B-ENV)** o **RECIRCULACION (B-REC)**.
- La **BOMBA DE RECIRCULACION (B-REC)** solo funcionará si el nivel de agua a llegado al sensor J2, esto se hizo para proteger a la bomba.
- La **BOMBA DE ENVIO (B-ENV)** funciona siempre que usted presione el **START** de ella y se recomienda que lo hagan cuando el nivel este en el sensor J1.

7.5. Informe final.

Entrega de manuales de operación a los jefes de la sección. Esta parte se anexará aparte del informe final.

8. CONCLUSIONES.

- Se modificó el sistema electromecánico, el cual permitirá un mejor desempeño del proceso y también un mejor mantenimiento.
- Se diseñó una secuencia lógica para el PLC partiendo del proceso, es decir, de la interacción de los componentes consigo mismo; no se partió de los planos eléctricos por su estado.
- Se redujo los costos de mantenimientos del proceso, ya que tenían que invertir más hora – hombre en el proceso.
- Se incrementó el rendimiento general del proceso, por que el producto final del lavador es enviado según las especificaciones de la **refinería**.
- Se ensambló el dispositivo y se hicieron las respectivas pruebas para mejorar los tiempos del proceso.
- Todos los elementos que integran el proyecto son de fácil consecución nacional, facilitando así la obtención de los mismos y contribuir así la obtención de los mismos y contribuir así a la economía nacional y regional.
- Con el éxito del proyecto se desarrolló otros proyectos en el ingenio basados en esta tecnología.
- Se aplicaron los conocimientos adquiridos a través de la carrera de Ing Electrónica para poder realizar un diseño competitivo y que satisfaga las necesidades de los usuarios
- El PLC es una herramienta muy práctica versátil que permite realizar aplicaciones diversas.
- Saber escoger la herramienta de diseño que se va usar, ya que hay aplicaciones tanto sencillas como complejas, esto exige que la tecnología del PLC.
- La factibilidad del presupuesto de la empresa a tratar, ya que si es un elemento que exige un precio elevado, es posible que esta opción no sea escogida.
- Uno de los inconvenientes es la obtención de los elementos, ya que estos tienen que pasar por un comité de evaluación y antes de estos ser seleccionados por el Jefe o Ingeniero de la zona. También si este elemento no está en el almacén de la empresa hay que esperar que lo obtengan, demorando su ensamblaje y puesta a punto.
- Las aplicaciones del Logo! en el Ingenio están más dirigidas a reemplazar armarios de control cableado que son muy incómodas de usar (manipulación y mantenimiento) o por seguridad, ya que es un proceso donde no se requiere la intervención de la mano del hombre.